



**Universidade de Aveiro**  
2011

Secção Autónoma de Ciências da Saúde  
Departamento de Electrónica, Telecomunicações e  
Informática  
Departamento de Línguas e Culturas

**Maria Manuel Matias  
de Oliveira e Cunha**

**Variação Acústica das Vogais Orais de Crianças no  
Português Europeu**



**Universidade de Aveiro**

**2011**

Secção Autónoma de Ciências da Saúde

Departamento de Electrónica, Telecomunicações e  
Informática

Departamento de Línguas e Culturas

**Maria Manuel Matias  
de Oliveira e Cunha**

**Variação Acústica das Vogais Orais de Crianças no  
Português Europeu**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Fala e da Audição, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Catarina Oliveira, Professora Adjunta da Escola de Saúde da Universidade de Aveiro.

## **o júri**

presidente

**Professor Doutor António Joaquim da Silva Teixeira**

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

**Professora Doutora Isabel Cristina Ramos Peixoto Guimarães**

Professora Coordenadora da Escola Superior de Saúde do Alcoitão

**Professora Doutora Catarina Alexandra Monteiro de Oliveira**

Professora Adjunta da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro (Orientadora)

## **agradecimentos**

O meu primeiro agradecimento é dirigido à Doutora Catarina Oliveira pela orientação, pela disponibilidade e pelo incentivo, que grandemente contribuíram para a realização deste trabalho.

Quero agradecer ao Doutor António Teixeira e ao Doutor Pedro Sá Couto pela colaboração e pela disponibilidade que sempre demonstraram.

Agradeço, também, a todos os elementos do Agrupamento de Escolas de Esgueira que foram essenciais para o desenvolvimento deste estudo.

Por fim, agradeço aos meus pais, à minha irmã e ao Tiago pelo apoio, pelo incentivo e pela compreensão com que sempre me mimosearam ao longo deste processo.

## palavras-chave

Vogais Orais; Parâmetros Acústicos; Português Europeu; Voz Infantil

## resumo

O presente trabalho centrou-se na determinação da influência do género, da idade e do tipo de vogal na variação dos parâmetros acústicos - frequência fundamental (F0), primeiro (F1) e segundo (F2) formantes e duração - das vogais orais produzidas por crianças falantes do português europeu.

A amostra foi composta por 28 crianças, divididas em quatro grupos, de acordo com o género e a idade (7 e 10 anos).

Os dados foram recolhidos através da gravação de um corpus composto por pseudo-palavras com as vogais-alvo em posição tónica, inseridas numa frase-veículo. Posteriormente, procedeu-se à anotação manual através do software Praat e à extracção semi-automática dos parâmetros acústicos referidos acima.

A análise estatística desses dados permitiu concluir que os parâmetros acústicos variam significativamente em função da vogal, permitindo distingui-las entre si. O primeiro e o segundo formantes são os que melhor permitem essa diferenciação: o F1 varia inversamente com o movimento vertical da língua e o F2 varia positivamente com a anteriorização do dorso da língua, para além de permitir a distinção da maioria das vogais de acordo com a altura. Também a frequência fundamental é significativamente influenciada pela altura das vogais, ou seja, os dados do presente estudo suportam a existência de uma F0 intrínseca, transversal à idade e ao género. Verificou-se, ainda, que o género implicou variações significativas no F2 e na duração, sendo os valores de ambos os parâmetros superiores nos sujeitos do sexo feminino. A idade, por sua vez, reflectiu-se apenas na duração das vogais, sendo os seus valores superiores nos sujeitos de 7 anos.

Este trabalho proporcionou um primeiro contributo para o conhecimento sobre a acústica das vogais produzidas por crianças falantes do português europeu.

**keywords**

Vowels; Acoustic Parameters, European Portuguese; Child's Voice

**abstract**

This study focused on determining the influence of gender, age and type of vowel in the variation of the acoustic parameters – fundamental frequency (F0), first (F1) and second (F2) formants and duration – of vowels produced by children who speak European Portuguese.

The sample comprised 28 children, divided into four groups according to gender and age (7 and 10 years).

The data were collected by recording a corpus of nonce words with the target vowels in the stressed position within a carrier sentence. Subsequently, we proceeded to make manual annotations using the Praat software and semi-automatic extraction of the acoustic parameters mentioned above.

The statistical analysis of these data indicated that the acoustic parameters vary significantly depending on the vowel, allowing distinction to be made between them. The first and second formants are those which best allow this differentiation: F1 varies inversely with the vertical movement of the tongue and F2 varies positively with the moving of the tongue forward, besides allowing the distinction between most vowels according to height. Moreover, the fundamental frequency is significantly influenced by the height of the vowels, i.e., the data from this study support the existence of an intrinsic F0, across age and gender.

Gender was also found to cause significant variations in F2 and in duration. The values of both parameters were higher in females. Age, on the other hand, reflected only the duration of vowels, with higher values in 7-year-old subjects.

This work has provided an initial contribution to knowledge about the acoustics of vowels produced by young speakers of European Portuguese.

## Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Motivação .....	1
1.2	Objectivos do estudo.....	1
1.3	Estrutura da dissertação .....	2
2	Revisão da literatura.....	3
2.1	Caracterização acústica das vogais orais .....	3
2.1.1	Frequência fundamental .....	4
2.1.2	Formantes .....	4
2.1.3	Duração.....	6
2.2	As vogais orais do português europeu .....	6
2.2.1	Classificação articulatória das vogais do português europeu .....	6
2.2.2	Classificação acústica das vogais do português europeu.....	8
2.3	Voz infantil .....	11
2.3.1	Desenvolvimento anatomofisiológico do aparelho fonador.....	11
2.3.2	Análise acústica da voz infantil .....	13
3	Metodologia .....	19
3.1	Informantes .....	19
3.2	Corpus.....	20
3.3	Gravação .....	21
3.4	Anotação .....	21
3.5	Extracção dos dados.....	22
3.6	Análise estatística .....	22
4	Resultados .....	24
4.1	Frequência fundamental.....	27
4.2	Primeiro formante .....	29
4.3	Segundo formante .....	30
4.4	Duração .....	31
5	Discussão.....	34
5.1	Frequência fundamental.....	34
5.2	Formantes.....	35
5.2.1	Primeiro formante.....	35
5.2.2	Segundo formante.....	36
5.3	Duração .....	37
6	Conclusão .....	38
7	Bibliografia.....	41
	Anexo I – Autorização da Directora do Agrupamento de Escolas de Esgueira .....	45
	Anexo II – Pedido de Autorização Enviado aos Encarregados de Educação.....	46

## Índice de tabelas

Tabela 1- Classificação articulatória das vogais orais do português europeu .....	7
Tabela 2 - Valores de F1, F2 e duração das vogais tónicas do PE .....	9
Tabela 3 - Médias geométricas de F0, F1, F2 e duração (Dur.) das vogais produzidas por mulheres (F) e homens (M) falantes do PE .....	10
Tabela 4 - Grupos da amostra.....	20
Tabela 5 - Pseudo-palavras com as vogais-alvo.....	20
Tabela 6 - Resultados dos pressupostos utilizados para a validação da ANOVA de três factores mistos .....	23
Tabela 7 – Médias e desvios-padrão geométricos de F0 (Hz), F1 (Hz), F2 (Hz) e duração (ms) .....	24
Tabela 8 - Médias e desvios-padrão geométricos da frequência fundamental das vogais .....	28
Tabela 9- Análise da variação de F0 em função da vogal, do género, da idade e da interacção entre os factores anteriores.....	28
Tabela 10 – Médias e desvios-padrão geométricos do primeiro formante das vogais ...	29
Tabela 11 - Análise da variação de F1 em função da vogal, do género, da idade e da interacção entre os factores anteriores.....	29
Tabela 12 – Médias e desvios-padrão geométricos do segundo formante das vogais ...	30
Tabela 13 - Análise da variação de F2 em função da vogal, do género, da idade e da interacção entre os factores anteriores.....	31
Tabela 14 – Médias e desvios-padrão geométricos da duração das vogais.....	32
Tabela 15 - Análise da variação da duração em função da vogal, do género, da idade e da interacção entre os factores anteriores. ....	32



## Índice de figuras

Figura 1 - Classificação das vogais do português .....	8
Figura 2 - Classificação das vogais do português europeu.....	8
Figura 3 - Triângulo acústico das vogais orais tónicas do português europeu .....	9
Figura 4 - Primeiro e segundo formantes de homens (à esquerda) e mulheres (à direita) falantes do PE .....	10
Figura 5 - Média da duração em função da vogal .....	11
Figura 6 – Variação da frequência fundamental da vogal [ɛ] de acordo com a idade e com o sexo.....	15
Figura 7 - Espaço F1-F2 para as mulheres dos 4 anos até à idade adulta .....	16
Figura 8 - Espaço F1-F2 para os homens dos 4 anos até à idade adulta .....	16
Figura 9 - Espaço F1-F2 para as crianças dos 8 meses aos 11 anos .....	17
Figura 10 - Espaço F1-F3 para crianças dos 8,5 meses aos 11 anos .....	17
Figura 11 - Duração das cinco vogais da língua hebraica produzidas por homens, mulheres e crianças do sexo masculino e do sexo feminino .....	18
Figura 12 - Frase apresentada aos informantes no programa ProRec .....	21
Figura 13 – Anotação no programa Praat dos dois níveis criados: "Palavra" e "Fones" .....	22
Figura 14 - Primeiro e segundo formantes das vogais produzidas pelos informantes, divididos por idade e género.....	25
Figura 15 – Médias de F1 e F2 dos 8 informantes de 7 anos do sexo feminino .....	26
Figura 16 - Médias de F1 e F2 dos 8 informantes de 10 anos e do sexo feminino .....	26
Figura 17 - Médias de F1 e F2 dos 7 informantes de 7 anos e do sexo masculino .....	26
Figura 18 - Médias de F1 e F2 dos 7 informantes de 10 anos e do sexo masculino .....	27
Figura 19 - Médias de F1 e F2 dos quatro grupos da amostra .....	27
Figura 20 - Média da duração em função da vogal para cada grupo de informantes.....	33

# 1 Introdução

## 1.1 *Motivação*

A padronização de parâmetros acústicos para uma determinada população é um contributo para a compreensão das características morfológicas e desenvolvimentais do tracto vocal, bem como para um adequado diagnóstico de possíveis distúrbios vocais.

As características acústicas das vogais orais do português europeu (PE) foram alvo de estudo para a população adulta (ESCUDERO et al., 2009, MARTINS, 1973), no entanto o mesmo não se verificou relativamente à população infantil. Tendo em conta que as especificidades de cada língua condicionam os aspectos acústicos, os dados para a nossa população não podem ser obtidos com base em estudos de outras línguas.

Este trabalho poderá contribuir para um melhor conhecimento das características acústicas da voz infantil, permitindo, à semelhança do que acontece noutros países, obter dados sobre as variações dos parâmetros acústicos ao longo do desenvolvimento do aparelho fonador. Segundo Vorperian et al. (2007, p. 1511): “Vowels are central to an understanding of the acoustic properties of speech. Because vowels appear early in speech development, they are important milestones in the study of speech development”.

A realização desta dissertação poderá, também, ser relevante para se conseguir caracterizar a norma esperada para as crianças falantes do PE, bem como para detectar desvios relativos à mesma, o que permitirá adequar a avaliação e a intervenção terapêutica, usando a análise acústica, “a valuable tool in the study of speech development and its disorders, especially because these methods are generally noninvasive” (VORPERIAN et al., 2007, p. 1510). Assim sendo, tal como refere Sader et al. (2004, p. 316): “o recurso de análise acústica pode ser considerado útil no diagnóstico e tratamento de problemas vocais na clínica fonoaudiológica, no sentido de promover uma integração entre os dados de avaliação perceptivo-auditiva com os dados fisiológicos, pois pode fornecer dados adicionais para revelar detalhes da relação entre os planos referidos”.

Em virtude de desenvolver a minha actividade profissional com crianças e jovens, este estudo poderá ser uma mais-valia no meu trabalho diário, na medida em que se constitui como uma hipótese de alargar o meu conhecimento sobre as especificidades da voz infantil.

## 1.2 *Objectivos do estudo*

O aparelho fonador está em constante desenvolvimento durante a infância, sendo que as alterações anatomofisiológicas têm como consequência a alteração de parâmetros acústicos da voz infantil.

Com este trabalho de dissertação pretende determinar-se a variação dos parâmetros acústicos (frequência fundamental, dois primeiros formantes e duração) das vogais tónicas produzidas por crianças falantes do PE, de acordo com a idade e o género, e, ainda, averiguar de que forma a interacção entre os factores referidos, ou seja, entre vogal, idade e género, influencia as características acústicas das vogais.

### ***1.3 Estrutura da dissertação***

O presente documento inicia-se com a apresentação da motivação para a realização deste estudo científico, assim como dos objectivos que o norteiam. Ainda na *Introdução*, é apresentada a estrutura da dissertação.

Seguidamente, será feita uma revisão da literatura nacional e internacional no que se refere a: 1) caracterização acústica das vogais orais, nomeadamente formantes, frequência fundamental e duração; 2) classificações articulatória e acústica das vogais do português europeu; 3) voz infantil, tanto na sua vertente de desenvolvimento do aparelho fonador, como a nível acústico.

No ponto subsequente, será descrita a metodologia, mais concretamente caracterização dos informantes, apresentação do *corpus* e métodos utilizados para a gravação, a anotação, a extracção de dados e a análise estatística.

Posteriormente, serão apresentados os resultados encontrados para cada um dos parâmetros acústicos analisados e será feita a discussão desses mesmos resultados, contrapondo-os com os da revisão da literatura feita anteriormente. Por fim, será apresentada a conclusão deste estudo e feitas propostas para futuras investigações com ele relacionadas.

## 2 Revisão da literatura

Segundo Fromkin et al.(1993, p. 49): “Em todas as línguas do mundo podem os sons articulados ser divididos em duas grandes classes – consoantes e vogais”. Acrescentam os mesmos autores que a distinção entre elas, feita de forma intuitiva pelos ouvintes, deve-se sobretudo ao facto de, na produção das vogais, não existir obstrução à passagem do ar pela cavidade bucal, ao contrário do que se verifica na das consoantes.

Este trabalho centra-se na análise das vogais orais do português europeu, que podem ocupar a posição tónica, à excepção da vogal [ɐ], ou seja: [a], [ɛ], [e], [i], [ɔ], [o] e [u] (MATEUS et al., 2003).

### 2.1 Caracterização acústica das vogais orais

O som pode ser definido como um fenómeno físico que consiste numa perturbação do ar (material elástico), gerando uma sensação auditiva (MOUTINHO, 2000). Este propaga-se sob a forma de onda sonora “gerada pela fonte vibratória que provoca nas partículas do ar séries de estados de compressão e rarefacção que se transmitem em círculos a partir dessa fonte” (MARTINS, 1988, p. 25).

A análise dos sons é facilitada pela representação visual dos mesmos, sendo uma das técnicas utilizadas para esse efeito a espectrografia que consiste na “análise do espectro acústico de um som” (MARTINS, 1988, p. 69). O som é representado tridimensionalmente no espectrograma, estando o tempo indicado no eixo horizontal, a frequência no eixo vertical e a amplitude pelo tom de cinza, mais claro ou mais escuro. As vogais são facilmente identificadas no espectrograma, uma vez que na sua representação surgem barras horizontais muito escuras, cuja posição é determinada pelo eixo da frequência (FROMKIN et al., 1993). Essas barras são designadas formantes e correspondem a zonas de frequência intensificada pelas cavidades de ressonância.

A relação existente entre as propriedades articulatórias dos sons da fala e as suas características acústicas específicas está na base da teoria acústica da produção de fala, também designada por teoria fonte-filtro. Esta resulta de estudos feitos durante um período considerável e em diversos países, tendo sido inicialmente proposta por Fant (1960). Segundo Mateus et al. (2005), esta teoria sugere que o aparelho fonador funciona como um sistema de fontes sonoras, responsáveis pela produção de sons, e de filtros, que modelam o som produzido pelas fontes sonoras. Assim sendo, o tracto vocal comporta-se como um sistema de ressonância, passível de aproximação a um tubo acústico de forma e dimensão variável (BORDEN et al., 2007). Mateus et al. (1990) referem que existem dois tipos de fontes acústicas no aparelho fonador: uma fonte glotal de sons periódicos relacionada com a vibração das pregas vocais e fontes de ruído geradas a qualquer nível do tracto vocal devido a constricções que obrigam ao escoamento do ar a alta velocidade. A filtragem da onda sonora resultante da ou das fontes sonoras leva à atenuação ou amplificação selectiva de certas componentes do espectro.

Para se realizar a análise acústica das vogais é comum seleccionar uma secção da vogal designada por *vowel target*. Segundo Harrington e Cassidy (1999), normalmente o *vowel target* é escolhido perto do ponto médio da vogal em termos temporais, por se presumir que é a secção da vogal menos influenciada pelo contexto. No entanto, há diversas técnicas que podem ser utilizadas para escolher a secção a

analisar, nomeadamente, a secção escolhida pode ser o ponto médio da vogal (Stevens et al., 1963 citado por HARRINGTON et al., 1999) ou o ponto onde o primeiro formante atinge o valor máximo (Lisker, 1984 citado por HARRINGTON et al., 1999). No entanto, um estudo detalhado de comparação das diferentes formas de identificar o *vowel target*, levado a cabo por Van Son e Pols (1990), mostra que existem poucas diferenças entre as várias técnicas utilizadas, sendo que os autores concluem que se pode utilizar o método mais conveniente.

Tal como refere Kent et al. (2002, p. 110): “The candidate parameters for the acoustic description are formant pattern, spectrum, duration, and fundamental frequency”. Neste sentido, os parâmetros que serão analisados em pormenor nas secções seguintes são a frequência fundamental (F0), o primeiro formante (F1), o segundo formante (F2) e a duração.

### **2.1.1 Frequência fundamental**

De acordo com Borden et al. (2007, p. 43): “Frequency is the number of vibratory cycles per second. The notations 100 Hz, 100 cps (...) mean the same thing: 100 cycles per second”. A frequência de vibração glotal determina a frequência fundamental.

A F0 varia entre as diferentes vogais, embora essa diferença possa ser pouco clara devido a factores como a emoção do falante e a entoação. No entanto, quando esses factores são controlados, podem ser observadas diferenças na frequência fundamental intrínseca das vogais, ou seja, F0 varia positivamente com a altura da vogal (KENT et al., 2002).

Apesar disso, o papel da frequência fundamental na distinção entre vogais não é consensual. Esta, possivelmente, será apenas uma pista secundária nessa distinção, embora a sua interacção com a frequência dos formantes possa ser utilizada na classificação das vogais (KENT et al., 2002). Diehl e Kluender (1989, citados por KENT et al., 2002) consideram que a frequência fundamental intrínseca é um aspecto de valorização do sinal de voz, que permite aos falantes manipular características para fortalecer a percepção fonética. Os autores referem que a percepção da altura da vogal é melhorada pela regulação das diferenças entre F1 e F0. No entanto, Whalen e Levitt (1995) questionam a interpretação do reforço da percepção auditiva e consideram que a frequência fundamental é um aspecto universal e inerente à fonação. O seu estudo demonstrou que é consistente a existência de uma F0 mais elevada nas vogais altas e mais baixa nas vogais baixas, transversal à idade e ao género, no que se refere ao inglês americano. Kent e Read (2002) referem que independentemente de se considerar o papel de F0 na percepção das vogais, pode afirmar-se que a origem das diferenças de F0 entre vogais pode ser fisiológica.

Num estudo recente de Hillenbrand e Clark (2009) sobre o papel da frequência fundamental e da frequência dos formantes na distinção das vozes feminina e masculina, os autores concluíram que F0 tem um papel mais importante nessa distinção do que os valores dos formantes. Ainda assim, a F0 e os formantes isoladamente são normalmente ineficazes nessa distinção, aumentando grandemente a capacidade de distinção pela utilização dos valores combinados entre si.

### **2.1.2 Formantes**

Segundo Mateus et al. (1990, p. 161) : “As frequências naturais de vibração do tracto vocal designam-se por formantes”. As mesmas autoras referem que as vogais,

sendo sons produzidos sem constrictões significativas, têm formantes bem marcados, com larguras de banda relativamente estreitas, e que são visíveis nos espectrogramas de banda larga.

Existe já um longo caminho de pesquisa (HILLENBRAND et al., 1995, MARTINS, 1973, PETERSON et al., 1952) que demonstra que “the first two or three formants are the most important for vowel identification” (KENT et al., 2002, p. 133). Martins (1988, p. 37) refere que “a ‘qualidade vocálica’ é essencialmente determinada pelos dois primeiros formantes, que permitem só por si o reconhecimento da vogal”. Delattre et al. (1952), no seu estudo de síntese das dezasseis vogais cardinais do Alfabeto Fonético Internacional (AFI), concluíram que os dois primeiros formantes, e por vezes apenas o primeiro, eram suficientes para sintetizar vogais identificáveis. Segundo Ladefoged (2003), o estudo dos dois primeiros formantes fornece uma boa descrição das vogais de várias línguas.

De acordo com o exposto, e tal como referido por Ladefoged (2001), a representação mais útil das vogais de determinada língua é um gráfico mostrando os valores médios dos dois primeiros formantes de cada vogal de um grupo de falantes, que pode ser designado por gráfico F1/F2.

Os primeiros autores a demonstrar a relação entre o espaço F1/F2 e o “quadrilátero das vogais” foram Essner (1947) e Joos (1948) (citados por HARRINGTON et al., 1999). Estes autores mostraram uma correlação de F1 e F2 com a altura e o recuo dos sons da língua, respectivamente. Assim sendo, e tal como refere Ladefoged (2003), o valor de F1 está inversamente relacionado com a altura da vogal, e portanto relacionado com o movimento vertical da língua, enquanto F2 está directamente associado ao avanço e recuo da língua, ou seja, ao seu movimento horizontal.

Kent e Read (2002) fazem referência a vários modelos de classificação acústica das vogais com base nos dois primeiros formantes. Um dos modelos referidos é o “Simple Target Model”, que considera as vogais como sendo invariáveis nos diferentes contextos fonéticos e suficientemente caracterizadas por um ponto no gráfico F1/F2. No entanto, este modelo torna-se limitado pelo facto de vogais foneticamente equivalentes apresentarem grandes diferenças nos valores dos seus formantes, nomeadamente de acordo com o género e a idade e, por outro lado, as produções de determinado falante mostrarem variações nos valores dos dois primeiros formantes (Lindblom, 1963 citado por KENT et al., 2002). Outro dos modelos é o “Modelo Dinâmico”, proposto por Strange (1987), que, através de algumas experiências com sílabas editadas, demonstrou que não só a parte mais estável da vogal é importante, como também as transições são parte integrante e indispensável para a sua caracterização. Como tal, a caracterização das vogais deve basear-se tanto na parte estável, como na parte dinâmica da sua produção.

Uma vez que existe variabilidade na produção das vogais, uma forma de representar essa variabilidade são as elipses centradas no valor médio de F1 e F2 e de raio igual a duas vezes o desvio padrão.

Rauber (2008) refere que F1 é o que melhor permite distinguir as vogais entre si, enquanto F1 e F2 revelam diferenças significativas entre géneros. Por sua vez, Hillenbrand e Clark (2009) referem que os formantes por si só não são conclusivos na distinção entre géneros. Most et al. (2000) num estudo com noventa falantes (adultos e crianças de ambos os sexos) concluíram que o rácio F2/F1 permite a distinção entre as cinco vogais da língua hebraica, no entanto essa relação leva a uma sobreposição de vogais diferentes produzidas por grupos distintos de falantes.

Delattre et al. (1952) mencionam que a distinção perceptiva entre vogais pode ser influenciada pelo terceiro formante (F3). No seu estudo, os autores concluíram que na síntese de algumas vogais tem de ser utilizado um valor de F2 superior ao das vogais naturais, devido à influência do valor de F3 na percepção da vogal. “The difference between the second and third formant frequencies, F3 - F2, has been suggested as an alternative to F2 as the main correlate of vowel backness” (HARRINGTON et al., 1999, p. 63). Isto deve-se ao facto de os valores das frequências de F3 e F2 serem muito próximos nas vogais anteriores e mais afastados nas vogais posteriores.

Hillenbrand e Gayvert (1993) usaram a “Quadratic Discriminant Classification Technique” e concluíram que a classificação das vogais com base, apenas, nos dois primeiros formantes tem taxas de erro relativamente elevadas. Concluíram, também, que a utilização conjunta dos valores anteriores e dos valores de F0 e F3 resulta numa melhoria substancial da capacidade de classificação.

### **2.1.3 Duração**

A análise da duração não é tida em conta na representação tradicional do gráfico F1/F2, sendo quase sempre interpretada como uma característica do sinal físico da fala e, frequentemente, considerada como uma característica da vogal (KENT et al., 2002). A duração intrínseca das vogais é descrita em diversas línguas, o que permite colocar a hipótese de que seja universal (WHALEN et al., 1995).

Kent et al. (2002) identificam os seguintes factores como influenciadores da duração da vogal: a distinção entre vogais tónicas e vogais átonas, a altura da vogal, a taxa de elocução, o contexto consonântico e factores sintácticos ou semânticos, como por exemplo a familiaridade com a palavra e a posição da palavra no enunciado.

Fourakis et al. (1999) referem que diferentes vogais têm diferentes durações intrínsecas, sendo que as vogais baixas são mais longas que as vogais altas e as vogais posteriores são mais longas que as anteriores. Rauber (2008) também refere que a duração é influenciada pela altura da vogal.

O género é outro factor que tem influência na duração das vogais, uma vez que as vogais produzidas por mulheres são mais longas do que as produzidas por homens (BOTINIS et al., 2001). Também, Hillenbrand et al. (1995) encontraram diferenças significativas na duração das vogais, sendo esta menor para os homens, quando comparada com a das mulheres e das crianças. No entanto, Ericsson e Ericsson (2001) concluíram que as mulheres utilizam melhor os contrastes na duração das vogais do que os homens, sendo que estas produzem vogais mais curtas ou semelhantes às dos homens em posições átonas e vogais mais longas em posições tónicas. Por sua vez, Rauber (2008) não encontrou diferenças significativas na duração das vogais de acordo com o género.

As vogais podem ser distinguidas com maior precisão se forem utilizados os dados da análise espectral e da duração (HILLENBRAND et al., 1995).

## ***2.2 As vogais orais do português europeu***

### **2.2.1 Classificação articulatória das vogais do português europeu**

As vogais são produzidas sem uma obstrução significativa à passagem do ar e são vozeadas, uma vez que as pregas vocais vibram durante a sua produção.

A classificação tradicional das vogais baseia-se na posição do véu palatino, que permite a distinção entre vogais orais e nasais, e na posição da língua e dos lábios. Relativamente à posição do dorso e da raiz da língua, tem-se em conta a altura e a zona de articulação e, no que se refere à posição dos lábios, a existência ou não de arredondamento. Para definir as alterações da postura da língua tem-se por base a posição neutra do tracto vocal. Quanto à altura do dorso da língua, as vogais podem classificar-se como altas, médias e baixas, se este se eleva, se mantém ou baixa em relação à sua posição neutra, respectivamente. No que concerne à zona de articulação, podem classificar-se como anteriores ou palatais, se o dorso avançar em relação à posição neutra, centrais, se o dorso se mantém na posição neutra, e posteriores ou velares, se o dorso recua relativamente à referida posição. Nas vogais posteriores ou velares verifica-se, também, o arredondamento dos lábios, que não ocorre nas restantes. A classificação das vogais do português europeu de acordo com os parâmetros referidos encontra-se na tabela 1.

**Tabela 1- Classificação articulatória das vogais orais do português europeu (adaptado de MATEUS et al., 2005, p. 79)**

	<b>Anterior ou palatal</b>	<b>Central</b>	<b>Posterior ou velar</b>
<b>Alta</b>	[i]	[ɨ]	[u]
<b>Média</b>	[e]	[ɐ]	[o]
<b>Baixa</b>	[ɛ]	[a]	[ɔ]

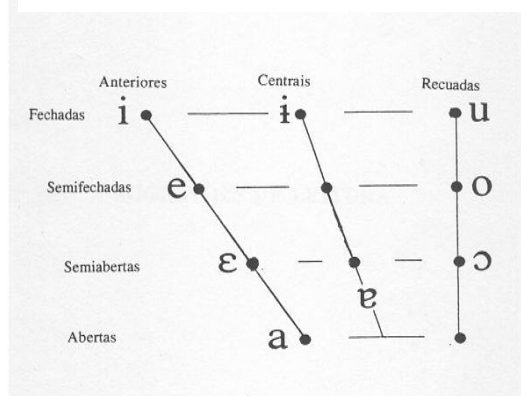
Segundo Mateus et al. (1990), a par da classificação anterior, podemos classificar as vogais de acordo com a audibilidade, em abertas ([a], [ɛ] e [ɔ]) e fechadas ([i] e [u]).

Além desta classificação articulatória, são propostas, na literatura, outras classificações para as vogais orais do português europeu, que apesar das diferenças entre si, se fundam nos mesmos critérios articulatórios (CRUZ-FERREIRA, 1995, DUARTE, 2000, MOUTINHO, 2000, VELOSO, 1999). As diferenças prendem-se, essencialmente, com a classificação da vogal [a] e da vogal [ɨ]. Relativamente à primeira, Veloso (1999), baseando-se na classificação do AFI, insere-a no eixo das vogais anteriores, tal como está representado no quadrilátero da figura 1, enquanto a maioria dos autores a considera uma vogal central (BARROSO, 1999, CRUZ-FERREIRA, 1995, EMILIANO, 2009, MATEUS et al., 1990, MATEUS et al., 2005, MOUTINHO, 2000).

No que se refere à segunda, as dificuldades de classificação são motivadas pela ausência de estudos articulatórios sobre a matéria, o que se reflecte na notação usada para transcrever este segmento. A maioria dos autores descreve-a como central, fechada, alta e não-arredondada (BARROSO, 1999, CUNHA et al., 1992, MATEUS et al., 2005). A notação que lhe corresponderia, tendo em conta o AFI seria o símbolo [ɨ], tal como é adoptado por diversos autores (BARROSO, 1999, MATEUS et al., 2005, VELOSO, 1999). Por outro lado, alguns autores, apesar de considerarem a mesma descrição da vogal, utilizam o símbolo [ə], que é utilizado em diversas línguas, para representar o *schwa* (CUNHA et al., 1992, MATEUS et al., 1990). Por sua vez, Cruz-Ferreira (1995), baseando-se em dados acústicos, considera-a numa posição mais posterior, utilizando o símbolo [u], tal como representado no quadrilátero da figura 2.



**Figura 1 - Classificação das vogais do português (VELOSO, 1999, p. 27)**



**Figura 2 - Classificação das vogais do português europeu (CRUZ-FERREIRA, 1995)**



Os dados articulatórios recentes corroboram, em termos gerais, a classificação articulatória tradicional, nomeadamente os referidos por Oliveira (2009), obtidos através de ressonância magnética. A autora apresenta os perfis articulatórios de três sujeitos durante a produção das vogais. Verifica-se que a articulação das vogais posteriores ([u], [o] e [ɔ]) é feita na zona de articulação posterior, tal como descrito na classificação articulatória tradicional. No que diz respeito à projecção labial e ao grau de abertura, verifica-se que as vogais [u] e [o] são produzidas com maior projecção labial e menor grau de abertura que a vogal [ɔ]. Relativamente às tradicionalmente designadas vogais centrais ([a], [ɐ] e [ɨ]), verifica-se que a produção é feita com a elevação da parte central do dorso da língua em direcção ao palato, sendo mais acentuada na vogal [ɨ] do que nas outras duas vogais. Simultaneamente, verifica-se o recuo da raiz da língua nas vogais [a] e [ɐ], o que não se verifica na vogal [ɨ]. Por outro lado, a abertura da mandíbula é maior na vogal [a], seguida da vogal [ɐ], sendo estas mais abertas do que a vogal [ɨ], tal como é tradicionalmente considerado. No que se refere às vogais anteriores ([i], [e] e [ɛ]), verifica-se que o dorso da língua se eleva em direcção ao palato duro, ao mesmo tempo que se movimenta ligeiramente para a frente, justificando assim a tradicional classificação de anteriores ou palatais.

As classificações referidas anteriormente são baseadas somente em parâmetros articulatórios, que estão directamente relacionados com a anatomia e a fisiologia dos órgãos do aparelho fonador. “Todas essas características articulatórias se reflectem nas características físicas dos sons que produzimos, podendo estes também ser descritos em termos físicos ou acústicos” (MOUTINHO, 2000, p. 34).

## 2.2.2 Classificação acústica das vogais do português europeu

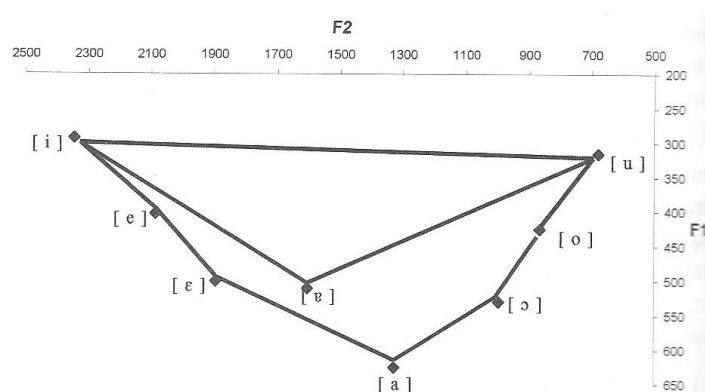
Martins (1973) fez a primeira classificação acústica das vogais tónicas do português europeu. Nesse estudo, baseado em nove informantes da região de Lisboa com formação universitária, a autora concluiu que o contexto consonântico provoca variações nos formantes de cada vogal de um mesmo informante, mas as zonas de dispersão são relativamente restritas e distintas. Concluiu, também, que as vogais tónicas do PE se definem acusticamente pelos valores dos seus formantes e da sua duração (tabela 2), pelo que as medidas de F1 e F2 constituem a referência da definição acústica das vogais do português. Com base nestas medidas, a autora construiu um

triângulo acústico das vogais tônicas do PE (figura 3). Os cálculos de desvio padrão e coeficiente de variabilidade dos formantes permitem estabelecer algumas correspondências entre os dados acústicos e as características fisiológicas da articulação. Através do coeficiente de variabilidade de F1, que permite obter dados relativamente à abertura, a autora concluiu que as vogais [e] e [ɛ] são as mais estáveis e o [u] a menos estável, e a partir do coeficiente de variabilidade de F2, que permite obter dados sobre o lugar de articulação, concluiu que a vogal [i] é a mais estável e a vogal [u] a menos estável. A autora refere ainda que a vogal [ɐ] apresenta características acústicas semelhantes às da vogal [ɛ]. Relativamente à duração, verifica-se que as vogais abertas têm uma maior duração, o que é consistente com a ideia da duração intrínseca das vogais (WHALEN et al., 1995).

**Tabela 2 - Valores de F1, F2 e duração das vogais tônicas do PE (adaptado de MARTINS, 1973)**

Vogal	F1 (Hz)	F2 (Hz)	Duração (cs)
[i]	293,58	2343,36	8,48
[e]	403,19	2083,94	9,48
[ɛ]	501,10	1893,21	11,15
[ɐ]	511,13	1602,07	8,62
[a]	626,04	1325,77	10,94
[ɔ]	530,70	993,91	10,93
[o]	425,53	863,59	10,21
[u]	315,00	677,80	8,94

**Figura 3 - Triângulo acústico das vogais orais tônicas do português europeu (Martins, 1973 citada por MATEUS et al., 2005)**



Escudero et al. (2009) realizaram um estudo comparativo das características acústicas das vogais do português europeu e do português do Brasil, com uma amostra de 40 jovens adultos de ambos os sexos. O estudo pretendia determinar os efeitos da vogal, do género e do dialecto nos valores dos formantes, da duração e da frequência fundamental. As médias geométricas desses parâmetros acústicos estão representadas na tabela 3.

**Tabela 3 - Médias geométricas de F0, F1, F2 e duração (Dur.) das vogais produzidas por mulheres (F) e homens (M) falantes do PE (adaptado de ESCUDERO et al., 2009)**

		Vogal						
		/i/	/e/	/ɛ/	/a/	/ɔ/	/o/	/u/
<b>F0 (Hz)</b>	F	216	211	205	202	204	211	222
	M	126	122	117	115	117	123	127
<b>F1 (Hz)</b>	F	313	402	511	781	592	422	335
	M	284	355	455	661	491	363	303
<b>F2 (Hz)</b>	F	2760	2508	2360	1662	1118	921	862
	M	2161	1987	1836	1365	934	843	814
<b>Dur. (ms)</b>	F	92	106	115	122	118	110	94
	M	84	97	106	108	104	99	83

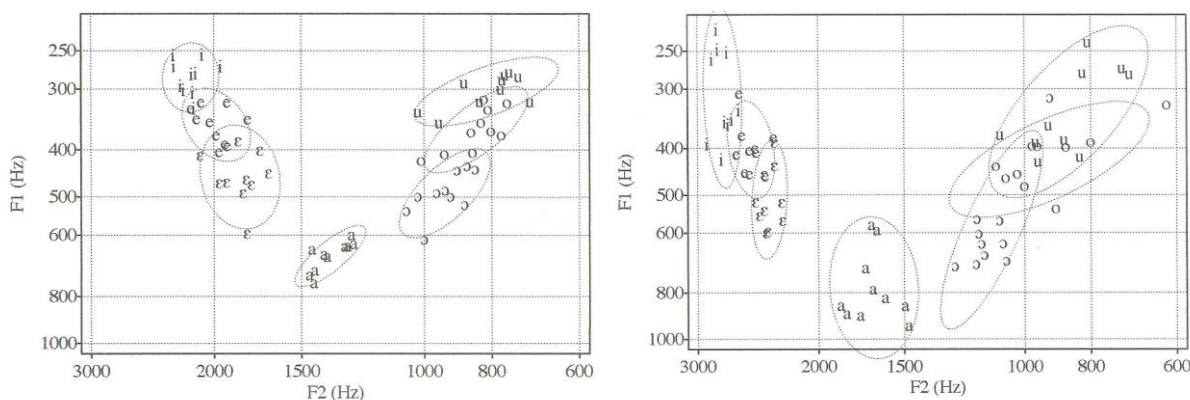
Os autores concluíram que F0 varia significativamente de acordo com a altura da vogal. Os valores mais elevados correspondem às vogais [i] e [u] e o valor mais baixo à vogal [a]. A variação também é significativa de acordo com o género, sendo os valores superiores nas mulheres comparativamente com os homens. A interacção entre género e vogal não se revelou significativa.

O estudo mostrou que diferentes vogais tendem a ter diferentes valores de F1. O principal determinante do valor do primeiro formante é a altura da vogal, sendo que a vogal [a] tem o valor mais alto e as vogais [i] e [u] os valores mais baixos. Também se verificou uma relação consistente entre F1 e a anterioridade da vogal. O efeito do género é significativo na variação de F1, sendo os valores superiores nas mulheres. A interacção entre género e vogal também é significativa.

Os valores do segundo formante variam significativamente de acordo com a vogal e de acordo com o género, sendo os valores superiores nos indivíduos do sexo feminino. A interacção entre os factores referidos também se revelou significativa para as variações de F2.

A figura 4 representa os dados dos dois primeiros formantes para homens e mulheres falantes do português europeu.

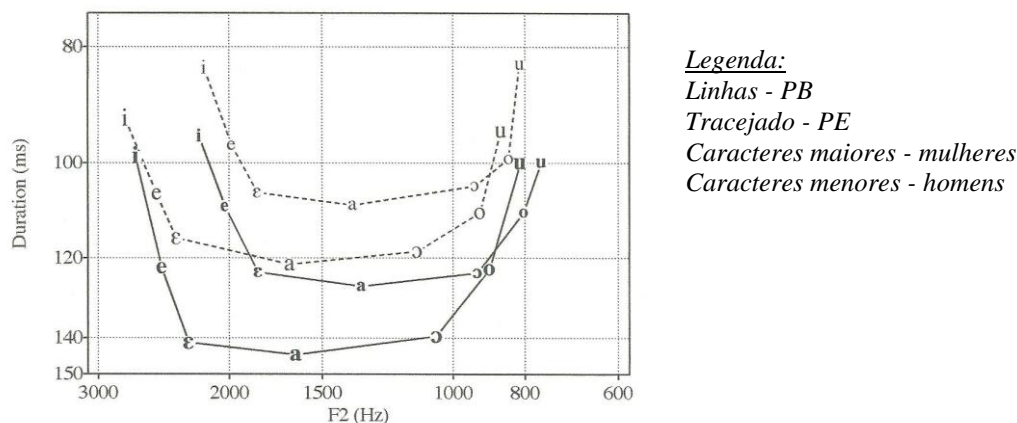
**Figura 4 - Primeiro e segundo formantes de homens (à esquerda) e mulheres (à direita) falantes do PE (ESCUDERO et al., 2009)**



Escudero et al. (2009) concluíram, ainda, que a duração varia significativamente de acordo com a vogal, sendo que essa variação depende fortemente da altura da vogal.

As vogais com menor duração são o [i] e o [u] e as com maior duração são [ɛ], [a] e [ɔ]. A variação da duração é significativa tendo em conta o género, verificando-se que todas as vogais são mais longas para as mulheres do que para os homens. A figura 5 mostra os valores da duração em função da vogal para cada grupo de falantes.

**Figura 5 - Média da duração em função da vogal (ESCUDERO et al., 2009)**



Costa (2004) realizou um estudo com vogais tónicas do PE em que concluiu que as vogais sofrem variações intrínsecas, nomeadamente, quanto mais baixa é a vogal, mais baixa é F0 e maior é a duração.

## 2.3 Voz infantil

### 2.3.1 Desenvolvimento anatomofisiológico do aparelho fonador

Para se compreender a natureza dos sons é necessário conhecer a forma como eles são produzidos e as estruturas anatómicas responsáveis pela sua produção. A morfologia do tracto vocal é de suma importância para a capacidade humana de produção de fala (FANT, 1960).

Relativamente ao desenvolvimento intra-uterino, na terceira semana após a fecundação, distingue-se o sulco laringotraqueal na face anterior do tubo digestivo primitivo. Este sulco longitudinal torna-se mais profundo, originando um tubo que corresponde ao primeiro esboço do tracto respiratório. Na quinta semana, é possível identificar o esboço do orifício laríngeo e, na sexta semana, as cartilagens e os músculos começam a diferenciar-se. Por volta do terceiro mês de gestação, a laringe começa a apresentar um aspecto relativamente completo, uma vez que as cavidades supra e infraglótticas se unem a nível da glote. No decorrer do desenvolvimento, o esboço de laringe desloca-se de uma posição mais craniana para uma mais caudal. Este movimento continuará a decorrer após o nascimento, nos primeiros anos de vida, uma vez que, aquando do nascimento, o lactente possui uma laringe numa posição elevada, de tal forma que a epiglote atinge a rinofaringe, situando-se atrás da face superior do véu do palato (HUCHE et al., 2005).

O tracto vocal de um bebé recém-nascido é bastante diferente do dos adultos, sendo mais semelhante ao tracto vocal de primatas adultos. Esta configuração leva a que

os bebés humanos, à semelhança dos primatas adultos, possam respirar e engolir simultaneamente (LAITMAN et al., 1977). Isto acontece porque, à medida que o recém-nascido engole, a laringe pode mover-se verticalmente, de modo a proteger a via aérea. Nesta fase do desenvolvimento, a língua está totalmente posicionada na boca e a laringe tem uma posição alta, abaixo do queixo, quase sob a porção posterior da língua. Esta disposição da laringe é limitadora da variação das produções sonoras do bebé (FREEMAM et al., 2004). As mesmas autoras referem que, nos três meses decorrentes do nascimento, a laringe separa-se do osso hióide e desce gradualmente até atingir o nível da terceira e quarta vértebras cervicais.

O progressivo desenvolvimento da criança vai favorecer a descida da laringe, nomeadamente pelo facto de passar a utilizar a posição erecta. Assim sendo, a epiglote afasta-se da região orofaríngea, fazendo com que a deglutição e a respiração passem a não decorrer em simultâneo e levando, também, ao aumento dos espaços de ressonância bucal, faríngeo e nasal, assim como das pregas vocais (GUIMARÃES et al., 1995).

Cappellari e Cielo (2008), num estudo sobre as características vocais acústicas de crianças em idade pré-escolar, concluíram que os parâmetros acústicos, aos quatro anos, evidenciam a imaturidade das estruturas e a falta de controlo neuromuscular. Referem ainda que o início do processo de maturação, possivelmente, ocorre aos cinco/seis anos de idade.

Sensivelmente aos cinco anos de idade, as pregas vocais estão paralelas à quinta vértebra cervical (FREEMAM et al., 2004) e “a modificação da alimentação da criança e o seu desenvolvimento cognitivo vai permitir a elaboração de uma linguagem mais articulada” (GUIMARÃES et al., 1995, p. 4). As mesmas autoras referem a ocorrência das seguintes alterações anatómicas: desenvolvimento das cartilagens; alongamento dos ligamentos vocais, dos ventrículos e das pregas ari-epiglóticas; menor rugosidade da submucosa; abaixamento do osso hióide, da mandíbula e das apófises pterigoideas.

Na puberdade, a estimulação hormonal da hipófise provoca uma actividade intensa das gónadas, levando à produção de esteróides sexuais que condicionam as características morfológicas secundárias, de acordo com o sexo. As alterações anatómicas e fisiológicas decorrentes são mais acentuadas no sexo masculino: abaixamento da laringe e aumento no sentido antero-posterior; aumento do comprimento e da espessura das pregas vocais; mudança do ângulo da cartilagem da tiróide para 90° nos rapazes e 120° nas mulheres; alteração na mucosa laríngea que se congestiona nas raparigas e fica hiperemiada nos rapazes; achatamento, subida e aumento de volume da epiglote; atrofia das amígdalas palatinas e das vegetações adenóides. Estas alterações conduzem ao decréscimo da frequência fundamental da fala, mais acentuado nos rapazes (GUIMARÃES et al., 1995).

De acordo com Perry et al. (2001) a diferença entre o tamanho do tracto vocal (comprimento e largura) dos rapazes e das raparigas aumenta com a idade, no entanto esta só se torna realmente notória aos 16 anos de idade.

O estudo de Fitch et al. (1999), com 129 indivíduos entre os 2 e os 25 anos, relativo à morfologia e ao desenvolvimento do tracto vocal com recurso a ressonância magnética, encontrou uma correlação positiva significativa entre a dimensão do tracto vocal e o tamanho do corpo (altura e peso), e revelou diferenças significativas entre a morfologia do tracto vocal feminino e masculino, as quais não são evidentes na infância, começando a acentuar-se na puberdade.

Diversos estudos revelaram uma forte correspondência entre a configuração do tracto vocal e os parâmetros acústicos da fala (FANT, 1960, FITCH et al., 1999, SULTER et al., 1992). A comparação dos espaços acústicos das vogais de crianças e adultos corroboram a relação entre a estatura do indivíduo e o tamanho do tracto vocal

(LIEBERMAN, 1984, PETERSON et al., 1952). Bennett (1981), num estudo com 42 crianças de 7 e 8 anos, de ambos os sexos, concluiu que as medidas corporais estavam sempre significativamente relacionadas com a frequência dos formantes (F1-F4).

### **2.3.2 Análise acústica da voz infantil**

De acordo com Vorperian et al. (2007, p. 1511): “acoustic measures of children’s speech potentially reflect several development processes, including the growth of vocal tract structures (and sex differences in these growth patterns), changes in the relative geometry of the components of the vocal tract, maturation of speech motor control, and convergence on the phonetic patterns of adult speech”.

#### **2.3.2.1 Frequência fundamental**

A análise da frequência fundamental de acordo com o género e a idade tem sido alvo de diversos estudos. Existe consenso na literatura relativamente ao facto de F0 diminuir com o aumento da idade, ao longo da infância até à idade adulta (BENNETT, 1981, BRAGA et al., 2009, BUSBY et al., 1995, JANDA, 2009, MOST et al., 2000, VIEGAS et al., 2010, WHITESIDE et al., 1999). Por sua vez, a existência de variação de F0 entre géneros, durante a infância, não é consensual. Diversos estudos apontam para a inexistência de variações significativas durante a infância (BUSBY et al., 1995, MOST et al., 2000, SORENSON, 1989, VIEGAS et al., 2010, WHITESIDE et al., 1999), sendo que alguns apontam a adolescência como um marco para o surgimento de variações (LEE et al., 1999, PERRY et al., 2001). Outros revelam diferenças desde idades precoces (BRAGA et al., 2009, HASEK et al., 1980, NICOLLAS et al., 2008, SCHOTT et al., 2009).

Hillenbrand et al. (1995), num estudo com 45 homens, 48 mulheres e 46 crianças, concluíram que a F0 é mais baixa no grupo dos homens e mais alta no das crianças, enquanto as mulheres apresentam valores de F0 intermédios. Os autores estabeleceram uma comparação dos valores de F0 encontrados na produção de vogais com os determinados por Peterson e Barney (1952) no seu estudo com 33 homens, 28 mulheres e 15 crianças. Os resultados de F0 das mulheres e dos homens diferiam apenas ligeiramente nos dois estudos. No entanto, os valores encontrados para a F0 das crianças eram cerca de 28 Hz mais baixos no estudo de Hillenbrand et al.. Por sua vez, Most et al. (2000), num estudo com 30 homens, 30 mulheres e 30 crianças (com uma média de 9 anos de idade) analisaram as cinco vogais da língua hebraica e encontraram valores de F0 significativamente mais altos nas crianças do que nos adultos e significativamente mais altos nas mulheres do que nos homens, no entanto não foram encontradas diferenças entre as crianças do sexo feminino e do sexo masculino.

Hasek et al. (1980) num estudo com 180 crianças de 5, 6, 7, 8, 9 e 10 anos, relativo à produção da vogal sustentada [a], encontraram diferenças de F0 de acordo com o sexo a partir dos 7 anos de idade. Os mesmos autores concluíram que a frequência fundamental diminui de forma significativa entre os 5 e os 10 anos, apenas nas vozes dos falantes do sexo masculino.

Busby e Plant (1995), num estudo com 40 crianças de ambos os sexos, com 5, 7, 9 e 11 anos, concluíram que existe uma diminuição da F0 das vogais de acordo com a idade, no entanto não há variações significativas de F0 de acordo com o género. Ainda assim, foi possível verificar que os valores de F0 dos rapazes de 5 anos eram

significativamente superiores aos de todos os outros grupos e que os valores de F0 das raparigas de 5 e 7 anos eram significativamente superiores aos dos rapazes de 7, 9 e 11 anos, bem como aos das raparigas de 11 anos. Whiteside e Hodgson (1999), num estudo com 20 crianças de 6, 8 e 10 anos de ambos os sexos, chegaram a conclusões semelhantes quanto à variação de acordo com a idade e a ausência de variação significativa de acordo com o género. Além disso, as autoras referem uma diminuição progressiva dos valores de F0 nas crianças do sexo feminino, entre os 6 e os 10 anos, enquanto nas crianças do sexo masculino a diminuição é mais acentuada entre os 8 e os 10 anos.

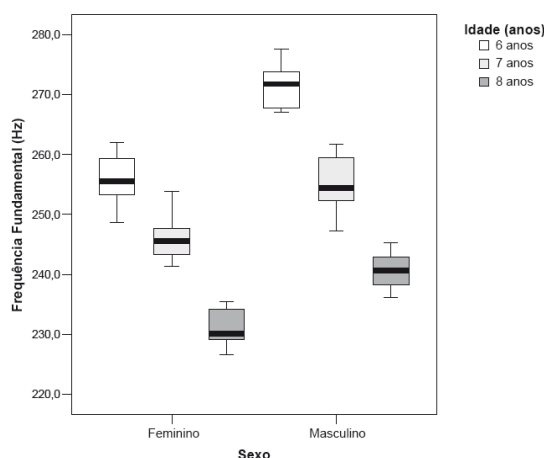
Lee et al. (1999) num estudo das vogais do inglês americano com 436 crianças, (entre os 5 e os 17 anos) e 56 adultos, verificaram que as diferenças de F0, de acordo com o sexo, começaram a tornar-se significativas aos 12 anos de idade. As alterações de F0 são mais graduais nos sujeitos do sexo feminino do que nos do sexo masculino. Os autores referem, ainda, que as crianças de 5 anos de idade exibem uma variação de F0 dependente da vogal semelhante à dos adultos, o que sugere que a capacidade de controlo da frequência fundamental intrínseca das vogais é adquirida antes dos 5 anos.

Perry et al. (2001), num estudo com 80 crianças sobre a base acústica da identificação do género na voz de crianças de 4, 8, 12 e 16 anos, concluíram que o único grupo em que se observaram diferenças no valor de F0, entre géneros, foi o de 16 anos. Concluíram, ainda, que a frequência fundamental e a frequência dos formantes permitem a distinção entre géneros a partir dos 12 anos de idade.

Nicollas et al. (2008) num estudo com 212 crianças entre os 6 e os 12 anos encontraram valores significativamente mais baixos nas crianças do sexo masculino do que nas do sexo feminino. Apesar de o estudo revelar que os valores de F0 geralmente decrescem de acordo com a faixa etária, o valor médio de F0 para os meninos de 7 anos foi de 252,7Hz e para os de 10 anos foi de 255,23Hz, enquanto para as meninas de 7 anos foi de 255,98Hz e para as de 10 anos foi de 251,73Hz, sendo que este último caso já se enquadra na tendência geral de decréscimo.

Schott et al. (2009) num estudo da frequência fundamental das vozes de 122 crianças falantes do português brasileiro, da cidade de Niterói, com idades entre os 6 e os 8 anos, determinou uma frequência média para as meninas de 239,60Hz e para os meninos de 237,17Hz, verificando-se assim valores com diferença estatisticamente significativa entre sexos. Verificou-se uma tendência decrescente nos valores de F0 entre as diversas idades, sendo a média aos 7 anos de 233,26Hz para os meninos e 234,08Hz para as meninas. Na mesma linha, Janda (2009) encontrou uma forte correlação entre a diminuição de F0 e a idade, num estudo com 193 crianças entre os 3 e os 12 anos de idade, em que analisava uma secção de discurso. Por sua vez, Braga et al. (2009), numa análise da produção sustentada da vogal [ε], não só encontraram diferenças significativas nos valores de F0 nas idades dos 6, 7 e 8 anos, quando comparadas duas a duas dentro de cada sexo, sendo que os resultados revelaram uma diminuição significativa dos valores de F0 com o aumento da idade em ambos os sexos, como também concluíram que há diferenças significativas de F0 entre os sexos (sendo superior no sexo masculino), aos 6, 7 e 8 anos de idade. O gráfico da figura 6 mostra os resultados da frequência fundamental de acordo com a idade e com o sexo.

**Figura 6 – Variação da frequência fundamental da vogal [e] de acordo com a idade e com o sexo (BRAGA et al., 2009, p. 124)**



Andrade (2009), num estudo dos parâmetros espectrais das vozes de 207 crianças falantes do português brasileiro, entre os 4 e os 8 anos de idade, concluiu que existe um decréscimo da frequência fundamental com a idade e que os indivíduos do sexo masculino revelam valores de F0 superiores aos do sexo feminino.

Viegas et al. (2010) num estudo da frequência fundamental das 7 vogais orais do português brasileiro, concluíram, à semelhança dos autores supracitados, que a frequência fundamental decresce com o aumento da idade e que as diferenças encontradas entre géneros não se mostraram consistentes. Os autores apontam a idade de 6 anos como um marco etário determinante para as mudanças acústicas das vocalizações infantis.

### 2.3.2.2 Formantes

“The most dramatic effect of growth and development of the vocal tract on vowel production is on formant frequencies, which decrease as the vocal tract lengthens” (VORPERIAN et al., 2007, p. 1511). Diversos autores referem esta diminuição das frequências dos formantes com o aumento da idade (BUSBY et al., 1995, JANDA, 2009, VORPERIAN et al., 2007). A maioria dos autores refere, também, que essas frequências permitem a distinção entre géneros, a partir de determinadas idades (BUSBY et al., 1995, MOST et al., 2000, VORPERIAN et al., 2007, WHITESIDE et al., 1999).

Peterson e Barney (1952), no seu estudo com homens, mulheres e crianças, mostraram que a frequência dos formantes difere substancialmente entre falantes de acordo com o sexo e a idade.

Busby e Plant (1995) referem uma diminuição dos valores de F1 e F2 com o aumento da idade, na maioria das vogais. Os valores destes formantes eram significativamente mais elevados nas crianças com 5 anos, quando comparadas com as de 11 anos, enquanto os valores encontrados para as de 9 e 11 anos eram semelhantes. Concluíram, também, que os valores de F1 e F2 são, geralmente, mais altos para as raparigas do que para os rapazes e que os valores de F3 diminuem com a idade e são mais altos para as raparigas. Do mesmo modo, Most et al. (2000) encontraram diferenças significativas nos valores de F1 e F2 entre crianças do sexo feminino e do



sexo masculino, sendo que as primeiras tinham valores significativamente mais altos do que as segundas.

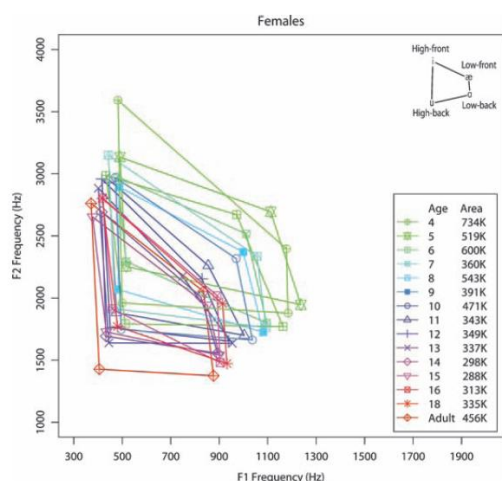
Contrariamente ao referido pela maioria dos autores, Whiteside e Hodgson (1999) verificaram que, para ambos os géneros, as frequências dos primeiros quatro formantes aumentam ligeiramente entre os 6 e os 8 anos. No entanto, concluíram que as mesmas diminuem entre os 8 e os 10 anos. As autoras referem que os três primeiros formantes revelam diferenças significativas de acordo com o sexo e a idade.

Lee et al. (1999) concluíram que o espaço F1-F2 é superior nas crianças quando comparadas com os adultos. As frequências dos formantes atingem simultaneamente um valor adulto por volta dos 14 anos. Os autores concluíram que a distinção entre frequência fundamental e as frequências dos formantes, entre rapazes e raparigas, se inicia por volta dos 11 anos, estando praticamente completa aos 15 anos. Durante este período, as alterações nas frequências dos formantes dos indivíduos do sexo masculino é aproximadamente linear com a idade, sendo que esta tendência linear é menos óbvia nos sujeitos do sexo feminino. Este resultado suporta a hipótese de um crescimento uniforme do tracto vocal dos falantes masculinos.

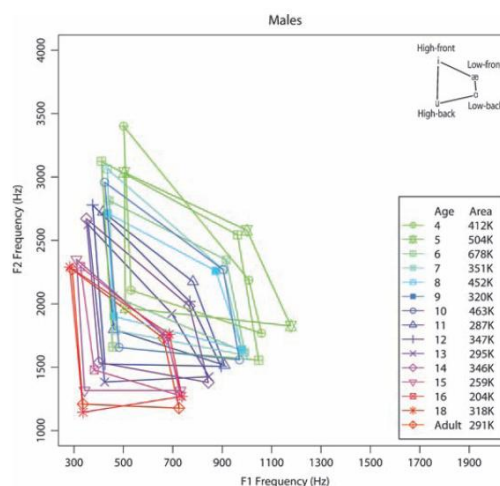
Perry et al. (2001) encontraram diferenças significativas nos valores de F1 e F2 entre meninos e meninas, sendo estes mais baixos para os primeiros, à excepção do grupo de 4 anos de idade. Os valores de F3 são significativamente mais baixos para os rapazes em todos os grupos etários. Concluíram que os ouvintes parecem basear o seu julgamento de género nas frequências dos formantes, sendo que, de acordo com os autores, a frequência dos formantes das vogais permite distinguir o género de crianças a partir dos 4 anos de idade.

Vorperian e Kent (2007) analisaram catorze estudos sobre as frequências dos formantes e compilaram a informação para mostrar as alterações do tradicional quadrilátero das vogais de acordo com a idade e o sexo. Verificou-se uma redução gradual das frequências dos formantes e do espaço F1-F2, com a idade. As diferenças entre géneros começam a surgir aos 4 anos e verificam-se diferenças mais nítidas a partir dos 8 anos. O terceiro formante surge como um bom diferenciador entre géneros, sendo mais baixo nos rapazes do que nas raparigas. As figuras 7 e 8 representam a evolução do quadrilátero F1-F2 para os sujeitos do sexo feminino e do sexo masculino, respectivamente, desde a infância até à idade adulta, e as figuras 9 e 10 representam a evolução do espaço F1-F2 e F2-F3, respectivamente, para as crianças desde os primeiros meses até aos 11 anos.

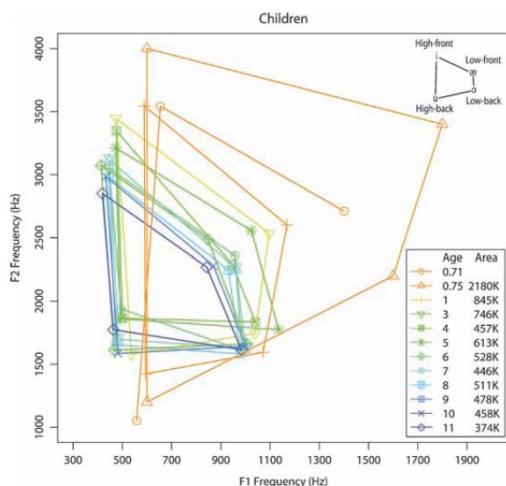
**Figura 7 - Espaço F1-F2 para as mulheres dos 4 anos até à idade adulta (VORPERIAN et al., 2007, p. 1516)**



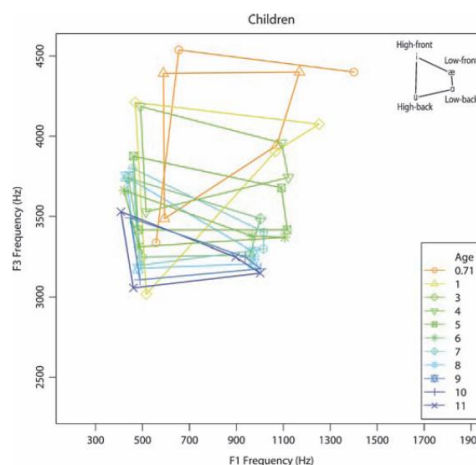
**Figura 8 - Espaço F1-F2 para os homens dos 4 anos até à idade adulta (VORPERIAN et al., 2007, p. 1516)**



**Figura 9 - Espaço F1-F2 para as crianças dos 8 meses aos 11 anos (VORPERIAN et al., 2007, p. 1517)**



**Figura 10 - Espaço F1-F3 para crianças dos 8,5 meses aos 11 anos (VORPERIAN et al., 2007, p. 1518)**



Janda (2009) referiu a existência de uma correlação entre a idade e a diminuição da frequência dos dois primeiros formantes, no entanto concluiu que esta correlação é mais evidente entre a idade e a F0.

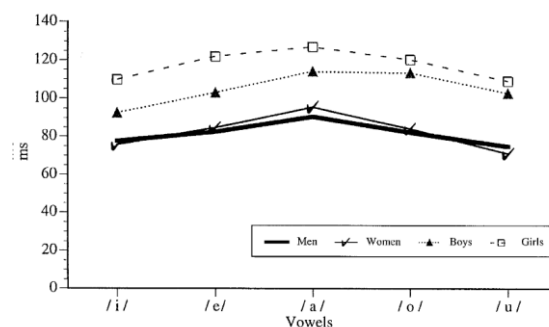
Andrade (2009) concluiu que as frequências dos formantes diminuem com o aumento da idade e que o sexo feminino tende a ter frequências mais elevadas do que o masculino. A autora aponta, ainda, a idade de 6 anos como determinante para as mudanças acústicas das vocalizações infantis.

### 2.3.2.3 Duração

A maioria dos estudos realizados com a população infantil não analisa a duração das vogais (BRAGA et al., 2009, BUSBY et al., 1995, JANDA, 2009, VORPERIAN et al., 2007, WHITESIDE et al., 1999). Nos estudos que incluem adultos e crianças, verificou-se que a duração das vogais produzidas por crianças era superior à das vogais produzidas por adultos (HILLENBRAND et al., 1995, MOST et al., 2000).

Hillenbrand et al. (1995) encontraram diferenças significativas na duração das vogais entre os três grupos em estudo: homens, mulheres e crianças. As vogais produzidas por homens tinham uma duração significativamente menor do que as produzidas por mulheres ou por crianças. Contrariamente, Most et al. (2000) concluíram que a duração das vogais não era significativamente diferente entre o grupo de homens e de mulheres. Os autores concluíram, também, que a duração das vogais produzidas por adultos era significativamente menor do que a das produzidas por crianças (figura 11).

**Figura 11 - Duração das cinco vogais da língua hebraica produzidas por homens, mulheres e crianças do sexo masculino e do sexo feminino (MOST et al., 2000, p. 301)**



Lee et al. (1999) num estudo com 436 crianças, entre os 5 e os 17 anos, e 56 adultos, concluíram que o efeito da idade na duração das vogais é significativo. As crianças de 5 e 6 anos revelaram uma duração significativamente mais longa do que as dos restantes grupos, o que pode ser parcialmente justificado pelo facto da produção das vogais ter sido feita em palavras isoladas, enquanto nos restantes grupos foi utilizado o contexto de frase. Os resultados revelaram ainda que a redução da duração entre os 10 e os 12 anos e entre os 11 e os 15 anos é significativa. A duração e variação individual atingem o nível adulto por volta dos 12 anos. A existência de padrões de duração das vogais semelhantes nas crianças de 5 anos e nos adultos sugere que estas crianças conseguem controlar a variação intrínseca da duração das vogais.

## 3 Metodologia

### 3.1 Informantes

A amostra é constituída por 30 crianças do Primeiro Ciclo do Ensino Básico, a frequentar a Escola Básica de Esgueira, pertencente ao Agrupamento de Escolas de Esgueira, no qual a terapeuta exercia funções à data da recolha da amostra.

A Directora do Agrupamento de Escolas concedeu autorização (Anexo I) para se proceder ao contacto com os professores titulares de turma e com os encarregados de educação, bem como para a realização das gravações no espaço físico da escola em questão.

Contactaram-se os professores titulares das cinco turmas do 1º ano e das quatro turmas do 4º ano, que correspondem aos anos de escolaridade em que se encontram matriculados os alunos com as idades médias de 7 e 10 anos, respectivamente. Foi feita a consulta dos processos individuais dos alunos e foi enviado um pedido de autorização para os encarregados de educação de todos os que preenchiam os critérios de inclusão e exclusão (Anexo II).

Os critérios de inclusão na amostra foram:

- frequentar a Escola Básica de Esgueira;
- residir no concelho de Aveiro desde o nascimento;
- ter o português europeu como língua materna;
- os pais terem o português europeu como língua materna;
- ter nascido entre Janeiro e Setembro (inclusive) do ano 2000 ou do ano 2003.

Os critérios de exclusão foram:

- ser bilingue;
- ser um aluno com Necessidades Educativas Especiais;
- apresentar problemas auditivos, articulatorios e/ou de linguagem.

O controlo dos critérios de inclusão e dos critérios de exclusão ‘ser bilingue’ e ‘ser aluno com Necessidades Educativas Especiais’ foi feito através da recolha dos dados dos alunos, nas fichas biográficas preenchidas pelos encarregados de educação, que constam dos processos individuais.

O critério de exclusão ‘apresentar problemas auditivos, articulatorios e/ou de linguagem’ foi controlado, quer através da consulta do processo individual dos alunos, onde consta informação sobre a história clínica e o percurso escolar, quer pelo trabalho exercido pela terapeuta nessa escola que permitiu o conhecimento prévio de que todos os alunos que evidenciem algum destes problemas são sempre encaminhados para uma avaliação de terapia da fala a fim de se averiguar a existência de alterações e a necessidade de acompanhamento nesta área.

Foram enviados 70 pedidos de autorização para encarregados de educação, dos quais 57 autorizaram a realização da gravação com os seus educandos. Estes alunos foram divididos em 4 grupos de acordo com o género e a idade, o que permitiu determinar o número máximo de alunos por grupo. Realizou-se um total de 33 gravações, de forma a uniformizar o número de alunos por grupo: 8 alunos, à excepção do grupo de alunos de 10 anos do sexo masculino, em que foram gravados 9. Posteriormente, foi feita a anotação das gravações com melhor qualidade de cada grupo,

excluindo todas as que apresentavam alterações. Deste modo, a constituição da amostra é a representada na tabela 4.

**Tabela 4 - Grupos da amostra**

Idade \ Sexo	Feminino	Masculino
<b>7 anos</b> (nascidos entre Janeiro e Setembro de 2003)	8	7
<b>10 anos</b> (nascidos entre Janeiro e Setembro de 2000)	8	7
<b>Total</b>	30	

### 3.2 *Corpus*

Neste trabalho, foram analisadas as vogais orais do português europeu que podem ocupar a posição tónica, à excepção do [ɐ], ou seja: [a], [ɛ], [e], [i], [ɔ], [o] e [u].

O *corpus* foi elaborado com base no artigo de Escudero et al.(2009), referente a um estudo comparativo da produção de vogais de jovens adultos, falantes do português europeu e do português do Brasil, para que os dados obtidos para a população infantil fossem comparáveis com os da população adulta. Assim, foram criadas pseudo-palavras dissilábicas (CVCV) com as vogais-alvo em posição tónica, entre oclusivas surdas ([p], [t] e [k]) e finalizadas em [i], tal como é apresentado na seguinte tabela 5.

**Tabela 5 - Pseudo-palavras com as vogais-alvo**

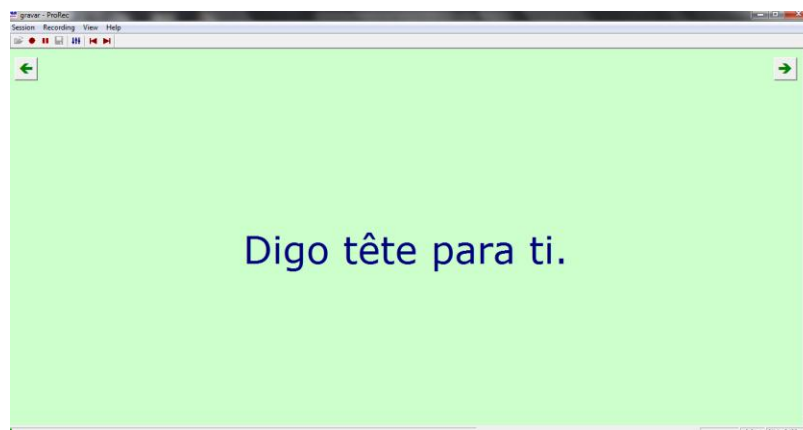
Vogal \ Consoante	[p]	[t]	[k]
[a]	<i>pape</i>	<i>tate</i>	<i>caque</i>
[ɛ]	<i>pépe</i>	<i>téte</i>	<i>quéque</i>
[e]	<i>pêpe</i>	<i>tête</i>	<i>quêque</i>
[i]	<i>pipe</i>	<i>tite</i>	<i>quique</i>
[ɔ]	<i>pópe</i>	<i>tóte</i>	<i>cóque</i>
[o]	<i>pôpe</i>	<i>tôte</i>	<i>côque</i>
[u]	<i>pupe</i>	<i>tute</i>	<i>cuque</i>

As pseudo-palavras apresentadas na tabela anterior foram inseridas numa frase de suporte (“Digo ... para ti.”), utilizada para formar, aleatoriamente, três listas no Excel. Cada uma delas correspondeu às três repetições das frases criadas com as 21 pseudo-palavras. Posteriormente, essas três listas foram colocadas no Programa ProRec (HUCKVALE, 2009), com o intuito de apresentar as frases pela ordem aleatória criada e gravar a produção dos informantes, conforme é ilustrado na figura 12.

Antes da gravação das frases, foram apresentadas aos informantes as pseudo-palavras que teriam de ler, bem como o tipo de frase em que estariam incluídas, a fim de os familiarizar com o *corpus*. Esta estratégia foi de suma importância, sobretudo no caso dos alunos do 1º ano de escolaridade, uma vez que tinham aprendido a ler

recentemente e não estavam familiarizados com situações como o acento circunflexo e a leitura de pseudo-palavras.

**Figura 12 - Frase apresentada aos informantes no programa ProRec**



### **3.3 Gravação**

As gravações decorreram entre 14 de Maio e 07 de Junho, tiveram lugar na sala destinada às sessões de terapia da fala da Escola Básica de Esgueira e foram feitas em tempo lectivo, para que a mesma estivesse silenciosa.

Para se proceder à gravação foi utilizado um computador portátil, uma placa UA-25 EX Cakewalk da marca Roland com 24 bits e 96 KHz e um microfone de cabeça de condensador unidireccional. As gravações foram feitas com o Programa ProRec (HUCKVALE, 2009), no qual foram apresentadas, uma a uma, as frases das três listas criadas aleatoriamente.

Os informantes foram gravados separadamente e, nas primeiras gravações, estiveram presentes o Dr. António Teixeira e a Dr.<sup>a</sup> Catarina Oliveira.

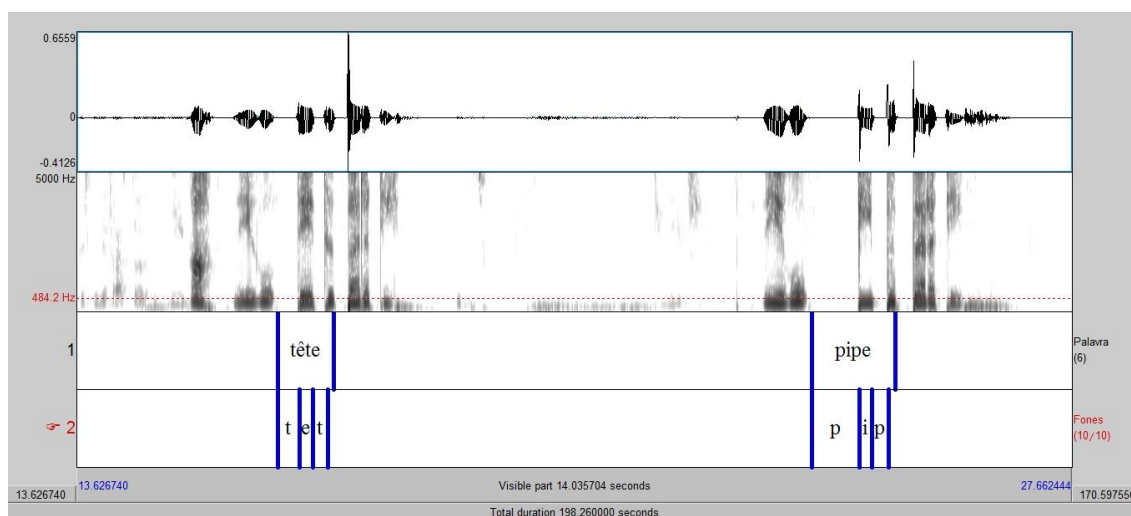
A duração das gravações foi bastante variável, registando-se uma média de cerca de 6-7 minutos.

### **3.4 Anotação**

Cada ficheiro gerado após a gravação do informante foi segmentado no programa Praat (BOERSMA et al., 2010), de forma a separar cada uma das três repetições.

Seguidamente, utilizando o mesmo programa, foram criados dois níveis de anotação: “Palavra” e “Fones”. No primeiro, foi anotada manualmente a pseudo-palavra e, no segundo, a vogal-alvo e os segmentos anterior e posterior (figura 13). Esta anotação foi efectuada com base no sinal acústico, no espectrograma e na percepção auditiva da autora. O contexto escolhido (oclusivas surdas) permitiu identificar, com facilidade, o início e o fim de cada vogal.

**Figura 13 – Anotação no programa Praat dos dois níveis criados: "Palavra" e "Fones"**



### 3.5 Extração dos dados

Para a extração dos dados foram criados, no Praat (BOERSMA et al., 2010), um conjunto de scripts (ferramentas que extraem automaticamente e de forma padronizada os valores paramétricos), o que permitiu uma optimização do tempo de processamento e evitou possíveis erros decorrentes de uma extração manual.

No que diz respeito às medidas de duração, a escolha do contexto (oclusivas surdas) facilitou a identificação do início e fim da vogal.

Os valores de F0 foram determinados no centro da vogal, com base no método de auto-correlação, implementado no Praat (Sound: To Pitch (ac)...). O intervalo para análise foi ajustado para 75 – 400 Hz.

A análise do F1 e do F2 foi também realizada no centro da vogal, usando o algoritmo de BURG, disponível no Praat. Numa primeira aproximação, foi definido um intervalo entre 50 Hz e 7500 Hz para a pesquisa de cinco formantes. Este procedimento deu origem a vários outliers e erros na extração dos valores, nomeadamente no F1 e no F2 das vogais posteriores. Assim, com base em Escudero et al. (2009) foi implementado um método de optimização do limite superior das formantes para cada um dos informantes e para cada vogal. O F1 e o F2 foram determinados, para um limite superior entre 5500 e 7500 Hz, em intervalos de 100 Hz. O limite que deu origem à menor variação (i.e. com o desvio-padrão menor relativamente às restantes medidas de F1-F2) foi considerado o mais adequado.

### 3.6 Análise estatística

A análise estatística foi realizada no programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS 19.0 - SPSS Inc., Chicago, IL, USA) e de acordo com os procedimentos do estudo de Escudero et al. (2009), a fim de permitir a posterior comparação dos dados obtidos para a população infantil com os da população adulta.

Após a extração dos valores das variáveis F0, F1, F2 e duração para o programa SPSS, estes foram todos transformados em valores logarítmicos de base 10, sendo que toda a análise estatística foi feita com base nesses valores.

Do ponto de vista descritivo, calculou-se o valor da média e do desvio-padrão geométrico das variáveis referidas anteriormente para cada um dos quatro grupos da amostra.

A nível inferencial, foram analisados os requisitos para a aplicação da ANOVA de três factores mistos: Esfericidade (Teste de Mauchly), Homogeneidade (Teste de Levene) e Normalidade dos Resíduos (Teste de Shapiro-Wilk). O factor vogal foi considerado do tipo medidas repetidas (within-subject), com 7 níveis, enquanto que os factores género e idade são do tipo amostras independentes (between-subjects), cada uma delas com dois níveis. O nível de significância utilizado em todos os testes estatísticos neste estudo foi de 0,05. Todas as variáveis medidas cumpriram os requisitos de Homogeneidade e Normalidade dos Resíduos (tabela 6). A nível da Esfericidade, verificou-se que para as variáveis F0, F1 e F2 esta não era assumida, sendo que em todas elas foi feita a leitura do Epsilon Huynh-Feldt. Convém, contudo, salguardar que, nos casos de F1 e F2, os valores do Epsilon são inferiores a 0,75, pelo que os resultados das ANOVAS devem ser interpretados com algum cuidado.

Nos casos em que o resultado da ANOVA foi estatisticamente significativo, foi realizada uma análise *post hoc* através de comparações múltiplas pelo método de Bonferroni.

**Tabela 6 - Resultados dos pressupostos utilizados para a validação da ANOVA de três factores mistos**

<b>Variáveis medidas</b>	<b>Pressupostos</b>		
	Normalidade dos resíduos	Homogeneidade das variâncias	Critério da esfericidade
Duração	Cumprido	Cumprido	Cumprido
F0	Cumprido	Cumprido	Cumprido - Épsilon de Huynh-Feldt = 0,904
F1	Cumprido	Cumprido	Não cumprido- Épsilon de Huynh-Feldt = 0,503
F2	Cumprido	Cumprido	Não cumprido- Épsilon de Huynh-Feldt = 0,490



## 4 Resultados

A análise estatística apresentada neste capítulo tem como objectivo determinar a influência da vogal, da idade e do género nos valores de F0, F1, F2 e duração das vogais orais do PE. Em primeiro lugar, são apresentadas as médias (e respectivos desvios-padrão) dos parâmetros em estudo, seguindo-se a análise descritiva e inferencial de cada um deles, em secções separadas.

Na tabela seguinte, são apresentadas as médias e os desvios-padrão geométricos dos parâmetros acústicos e temporais<sup>1</sup>.

**Tabela 7 – Médias e desvios-padrão geométricos de F0 (Hz), F1 (Hz), F2 (Hz) e duração (ms)**

			Vogal					
			[a]	[e]	[ɛ]	[i]	[o]	[ɔ]
Feminino (n=16)	7 anos (n=8)	F0	225,9±1,1	237,0±1,1	224,9±1,2	243,3±1,2	238,3±1,2	228,6±1,1
		F1	982,0±1,4	428,1±1,1	494,1±1,1	286,8±1,1	427,9±1,2	487,3±1,3
		F2	1893,2±1,2	3132,6±1,0	2958,0±1,1	3401,7±1,0	957,4±1,2	1119,4±1,1
		Dur.	189,4±1,2	149,3±1,2	177,7±1,2	143,5±1,3	156,4±1,3	177,1±1,2
	10 anos (n=8)	F0	238,4±1,1	252,6±1,1	240,8±1,1	260,0±1,1	249,9±1,1	242,5±1,1
		F1	957,6±1,1	450,4±1,1	577,4±1,1	292,8±1,1	456,2±1,1	582,9±1,1
		F2	1676,9±1,1	2872,8±1,1	2652,2±1,1	3101,7±1,0	1003,5±1,1	1109,4±1,1
		Dur.	138,6±1,1	124,3±1,1	134,9±1,1	102,2±1,2	124,9±1,2	131,9±1,2
Masculino (n=14)	7 anos (n=7)	F0	259,0±1,1	271,3±1,1	262,8±1,1	279,6±1,1	272,3±1,1	262,1±1,1
		F1	881,0±1,4	454,6±1,1	533,0±1,1	305,3±1,1	468,0±1,2	576,6±1,3
		F2	1669,6±1,1	3010,9±1,1	2802,2±1,1	3315,9±1,1	867,0±1,1	1105,9±1,1
		Dur.	153,2±1,3	126,0±1,3	141,8±1,3	111,8±1,3	133,5±1,3	144,4±1,4
	10 anos (n=7)	F0	228,1±1,1	237,5±1,1	232,9±1,1	242,3±1,1	238,9±1,1	232,4±1,1
		F1	648,5±1,4	416,5±1,0	507,5±1,1	272,1±1,1	411,8±1,1	487,5±1,1
		F2	1494,9±1,1	2872,8±1,1	2591,2±1,1	3142,7±1,0	878,8±1,2	1053,7±1,1
		Dur.	123,4±1,2	109,6±1,1	117,4±1,1	90,7±1,2	103,2±1,2	120,5±1,2

Analisando a tabela 7, e considerando o tipo de vogal, observa-se que as vogais [u] e [i] têm os valores mais elevados de F0 e a vogal [a] é a que apresenta os valores mais baixos.

Verifica-se também que o valor médio de F0, para as várias vogais, é superior nas meninas de 10 anos relativamente às de 7 anos, enquanto nos meninos a tendência é inversa, ou seja, o valor médio é superior nos meninos de 7 anos quando comparado com os de 10 anos.

No que se refere à variação de F0 de acordo com o género, verifica-se que os indivíduos do sexo masculino de 7 anos de idade têm valores superiores aos do sexo

<sup>1</sup> Sempre que as médias (M) e os desvios-padrão (DP) forem apresentados no texto, o formato utilizado será M ± DP.

feminino. Pelo contrário, nos sujeitos de 10 anos, os do sexo feminino apresentam valores superiores aos do sexo masculino.

Pode observar-se que as vogais [a], [ɛ] e [ɔ] apresentam os valores mais altos de **F1** e, pelo contrário, as vogais [i] e [u] têm os valores de F1 mais baixos.

A variação dos valores de F1 de acordo com a idade mostra que, considerando o sexo masculino, os valores são superiores nos indivíduos de 7 anos. Nos sujeitos do sexo feminino, os valores são superiores nas crianças de 10 anos, excepto para as vogais [a] e [u].

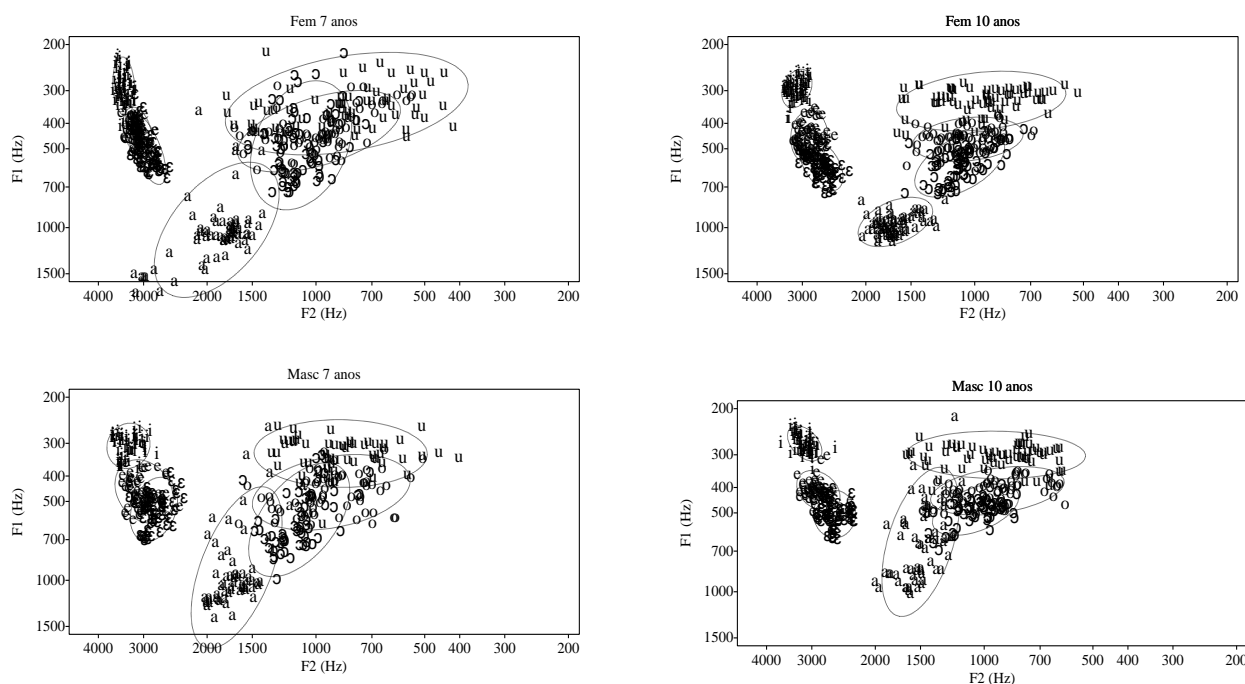
As vogais [e], [ɛ] e [i] são as que apresentam os valores mais elevados de **F2**, enquanto as vogais [o], [ɔ] e [u] apresentam os valores mais baixos.

Os sujeitos do sexo feminino apresentam, de um modo geral, valores de F2 superiores aos do sexo masculino, quando comparados por idades. Comparando por géneros, os indivíduos de 7 anos são os que apresentam valores superiores de F2, com excepção das vogais [o] e [u].

A **duração** é mais elevada nas vogais [a], [ɛ] e [ɔ] e mais reduzida nas vogais [i] e [u]. Os valores médios de duração são superiores nos indivíduos de 7 anos de ambos os sexos. Considerando o género, os valores são mais altos nas meninas do que nos meninos, comparados por idades.

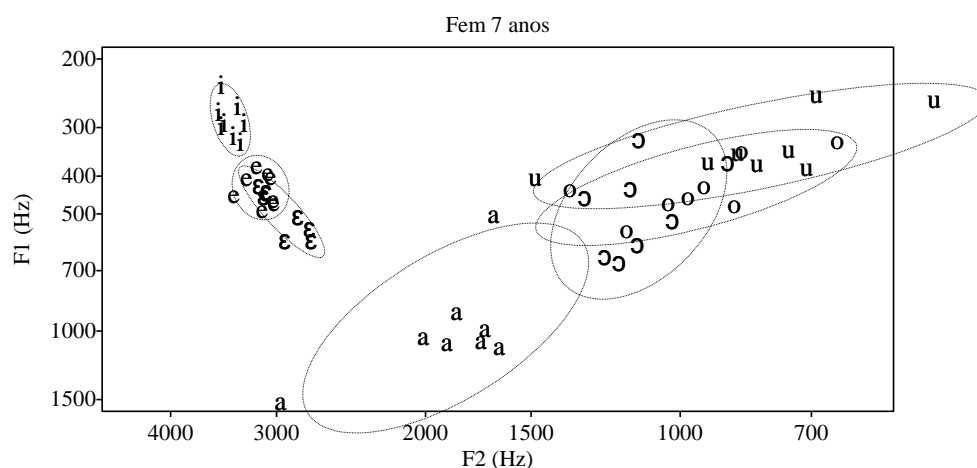
Com base nos valores de F1 e F2 de todas as produções dos vários informantes, foram construídos os gráficos F1/F2 apresentados na figura 14. Em cada um deles estão contempladas as 81 produções (27 pseudo-palavras x 3 repetições) de cada informante do grupo representado. Convém relembrar que os dois grupos femininos possuem 8 informantes cada, o que perfaz um total de 648 produções por grupo, enquanto os grupos masculinos são constituídos por 7 informantes, o que perfaz um total de 567 produções por grupo. Assim sendo, nos quatro gráficos estão representadas um total de 2430 produções das vogais-alvo.

**Figura 14 - Primeiro e segundo formantes das vogais produzidas pelos informantes, divididos por idade e género**

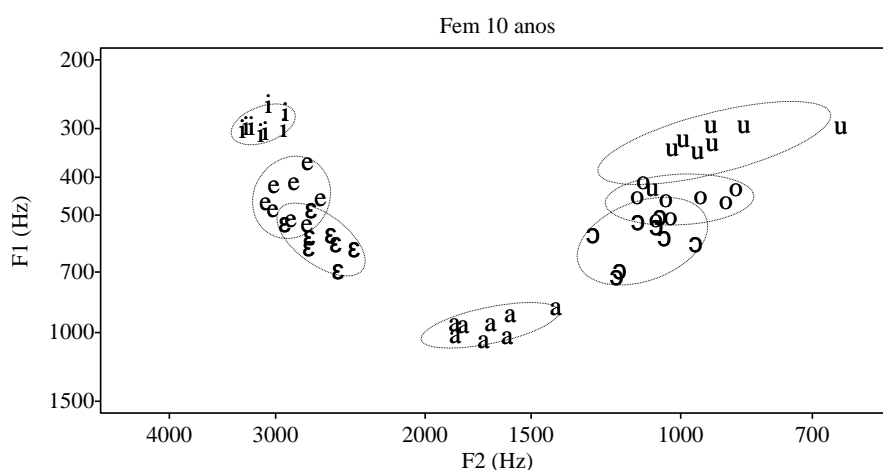


Por sua vez, os gráficos F1/F2 das figuras 15, 16, 17 e 18 foram feitos com base nos valores médios do primeiro e do segundo formantes das várias vogais, produzidas por cada um dos informantes. Assim, estão representadas, nos gráficos, 56 vogais por cada grupo feminino (8 informantes x 7 vogais) e 49 por cada grupo masculino (7 informantes x 7 vogais).

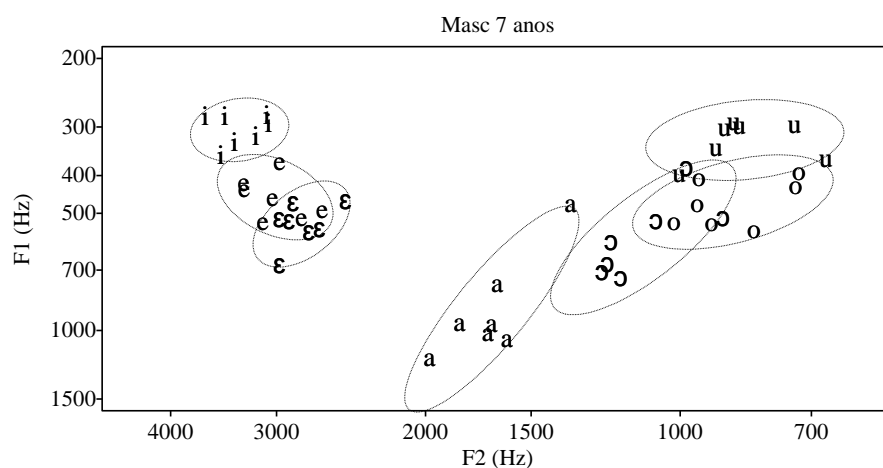
**Figura 15 – Médias de F1 e F2 dos 8 informantes de 7 anos do sexo feminino**



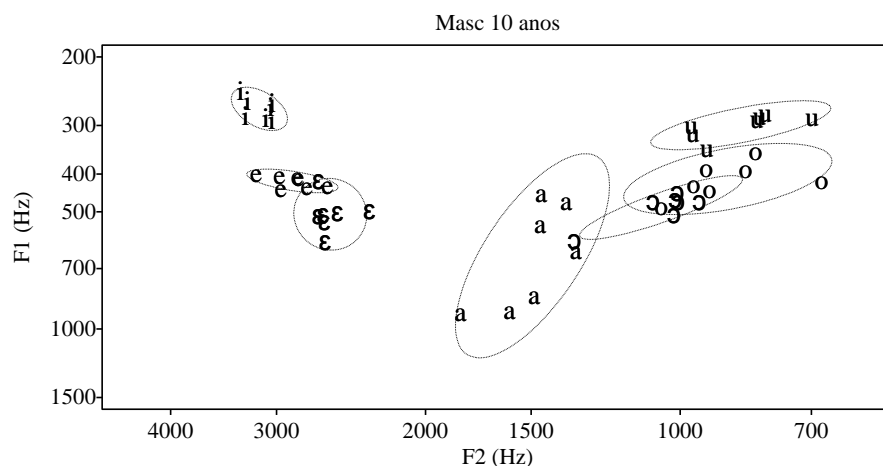
**Figura 16 - Médias de F1 e F2 dos 8 informantes de 10 anos e do sexo feminino**



**Figura 17 - Médias de F1 e F2 dos 7 informantes de 7 anos e do sexo masculino**

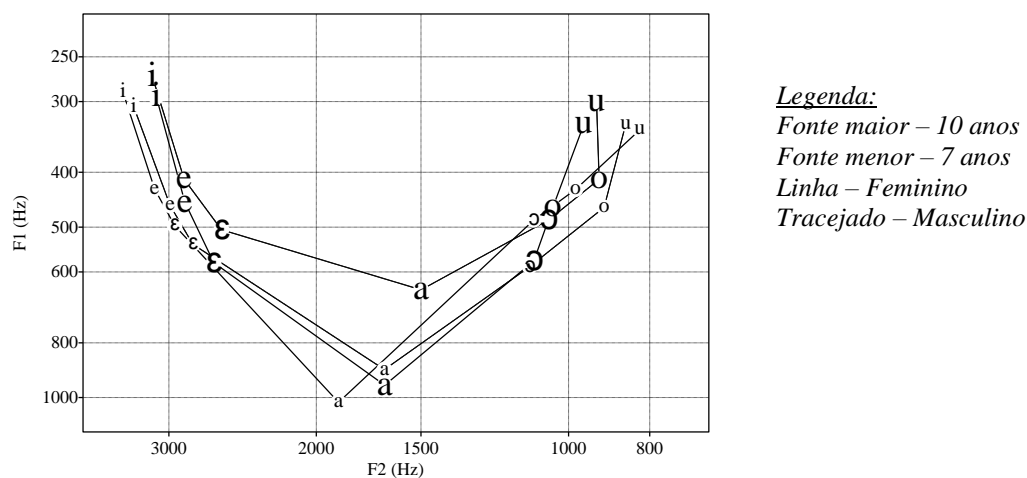


**Figura 18 - Médias de F1 e F2 dos 7 informantes de 10 anos e do sexo masculino**



Sintetizando os resultados obtidos, o gráfico da figura 19 apresenta as médias de F1 e F2 para cada grupo de informantes.

**Figura 19 - Médias de F1 e F2 dos quatro grupos da amostra**



#### 4.1 Frequência fundamental

Nesta secção, são apresentados tanto os resultados descritivos relativos às médias e desvios-padrão geométricos de F0 (tabela 8), como os resultados inferenciais de análise da variabilidade da frequência fundamental em função da vogal, da idade, do género e da interacção entre estes factores (tabela 9).

**Tabela 8 - Médias e desvios-padrão geométricos da frequência fundamental das vogais**

			Média de F0 (Hz) ± Desvio Padrão							
G	I	N	[a]	[e]	[ɛ]	[i]	[o]	[ɔ]	[u]	T
F	7	8	225,9±1,1	237,0±1,1	224,9±1,2	243,3±1,2	238,3±1,2	228,6±1,1	241,2±1,1	233,9±1,1
	10	8	238,4±1,1	252,6±1,1	240,8±1,1	260,0±1,1	249,9±1,1	242,5±1,1	263,2±1,1	249,5±1,1
	T	16	232,1±1,1	244,7±1,1	232,7±1,1	251,5±1,1	244,0±1,1	235,5±1,1	252,0±1,1	241,5±1,1
M	7	7	259,0±1,1	271,3±1,1	262,8±1,1	279,6±1,1	272,3±1,1	262,1±1,1	279,8±1,1	269,2±1,1
	10	7	228,1±1,1	237,5±1,1	232,9±1,1	242,3±1,1	238,9±1,1	232,4±1,1	245,6±1,1	236,6±1,1
	T	14	243,1±1,1	253,9±1,2	247,5±1,1	260,3±1,2	255,0±1,1	246,8±1,1	262,2±1,2	252,3±1,1
T	7	15	240,8±1,2	252,5±1,2	241,9±1,2	259,7±1,2	253,6±1,2	243,6±1,2	258,5±1,2	251,2±1,1
	10	15	233,6±1,1	245,5±1,1	237,1±1,1	251,6±1,1	244,7±1,1	237,7±1,1	254,9±1,1	243,2±1,1
	T	30	237,1±1,1	248,9±1,1	239,5±1,1	255,6±1,1	249,1±1,1	240,7±1,1	256,7±1,1	

Legenda: G – Género; F – Feminino; M – Masculino; I – Idade (anos); N – Número da amostra; T – Total.

**Tabela 9- Análise da variação de F0 em função da vogal, do género, da idade e da interacção entre os factores anteriores**

Factores	F0			
	df1	df2	F	p-value
Vogal	5,423	140,985	69,183	0,000*
Vogal*Género	5,423	140,985	1,385	0,230
Vogal*Idade	5,423	140,985	0,878	0,504
Vogal*Género*Idade	5,423	140,985	1,063	0,386
Género	1	26	1,029	0,320
Idade	1	26	0,566	0,459
Género*Idade	1	26	4,896	0,036*

Notas: df - degrees of freedom (graus de liberdade);

\* - indica diferenças estatisticamente significativas para  $\alpha=0,05$ .

De acordo com a tabela 8, a média de F0 para as vogais varia na seguinte progressão: [u] (256,7±1,1) > [i] (255,6±1,1) > [o] (249,1±1,1) > [e] (248,9±1,1) > [ɔ] (240,7±1,1) > [ɛ] (239,5±1,1) > [a] (237,1±1,1). A diferença entre as vogais é estatisticamente significativa para pelo menos um dos níveis considerados, sendo que  $\alpha=0,05$ :  $F(5,423;140,985)=69,183$ ;  $p<0,001$  (tabela 9). Uma vez que foi determinada a existência de uma diferença significativa, foi realizada uma análise *post hoc* através de comparações múltiplas pelo método de Bonferroni. Os resultados desta análise mostram que as vogais [i] e [e] ( $p<0,001$ ), [e] e [ɛ] ( $p<0,001$ ), [u] e [o] ( $p<0,001$ ), [o] e [ɔ] ( $p<0,001$ ) e ainda [ɔ] e [a] ( $p=0,021$ ) são diferentes entre si, enquanto as vogais [ɛ] e [a] ( $p=0,920$ ), [i] e [u] ( $p=1,000$ ), [e] e [o] ( $p=1,000$ ), [ɛ] e [ɔ] ( $p=1,000$ ) não revelam diferenças estatisticamente significativas, para um valor  $\alpha=0,05$ .

Também a interacção dos factores Idade e Género é estatisticamente significativa para um valor de  $\alpha=0,05$ :  $F(1;26)=4,896$ ;  $p=0,036$ .

Os restantes factores não se revelaram estatisticamente significativos, como é possível verificar na tabela 9.

## 4.2 Primeiro formante

Em seguida, são apresentados os resultados descritivos de F1 (tabela 10) e os resultados inferenciais da análise da variabilidade do primeiro formante em função da vogal, da idade, do género e da interacção entre os factores referidos (tabela 11).

**Tabela 10 – Médias e desvios-padrão geométricos do primeiro formante das vogais**

			Média de F1 (Hz) ± Desvio Padrão							
G	I	N	[a]	[e]	[ɛ]	[i]	[o]	[ɔ]	[u]	T
F	7	8	982,0±1,4	428,1±1,1	494,1±1,1	286,8±1,1	427,9±1,2	487,3±1,3	334,8±1,2	457,1±1,1
	10	8	957,6±1,1	450,4±1,1	577,4±1,1	292,8±1,1	456,2±1,1	582,9±1,1	326,9±1,1	485,3±1,1
	T	16	969,8±1,2	439,0±1,1	534,1±1,2	289,8±1,1	441,8±1,1	533,0±1,2	330,8±1,2	471,0±1,1
M	7	7	881,0±1,4	454,6±1,1	533,0±1,1	305,3±1,1	468,0±1,2	576,6±1,3	324,3±1,1	477,5±1,1
	10	7	648,5±1,4	416,5±1,0	507,5±1,1	272,1±1,1	411,8±1,1	487,5±1,1	299,8±1,1	418,8±1,1
	T	14	755,8±1,4	435,1±1,1	520,0±1,1	288,2±1,1	439,0±1,1	530,3±1,2	311,7±1,1	447,7±1,1
T	7	15	933,5±1,4	440,3±1,1	511,8±1,1	295,3±1,1	446,1±1,2	527,1±1,3	329,8±1,2	467,7±1,1
	10	15	798,4±1,3	434,2±1,1	543,6±1,1	283,0±1,1	434,9±1,1	536,3±1,2	314,0±1,1	450,8±1,1
	T	30	863,4±1,3	437,2±1,1	527,5±1,1	289,1±1,1	440,5±1,1	531,7±1,2	321,8±1,1	

Legenda: G – Género; F – Feminino; M – Masculino; I – Idade (anos); N – Número da amostra; T – Total.

**Tabela 11 - Análise da variação de F1 em função da vogal, do género, da idade e da interacção entre os factores anteriores**

Factores	F1			
	df1	df2	F	p-value
Vogal	3,017	78,453	199,799	0,000*
Vogal*Género	3,017	78,453	3,085	0,032*
Vogal*Idade	3,017	78,453	1,758	0,162
Vogal*Género*Idade	3,017	78,453	0,920	0,436
Género	1	26	2,432	0,131
Idade	1	26	1,209	0,282
Género*Idade	1	26	8,533	0,007*

Notas: df - degrees of freedom (graus de liberdade);

\* - indica diferenças estatisticamente significativas para  $\alpha=0,05$ .

Segundo a tabela 10, o valor médio de F1 é superior para a vogal [a] (863,4±1,3), seguindo-se o [ɔ] (531,7±1,2), o [ɛ] (527,5±1,1), o [o] (440,5±1,1), o [e] (437,2±1,1), o [u] (321,8±1,1) e, finalmente, o [i] (289,1±1,1). A diferença entre as vogais é estatisticamente significativa ( $\alpha=0,05$ :  $F(3,017;78,453)=199,799$ ;  $p<0,001$ ). Neste sentido, foi realizada uma análise *post hoc* através de comparações múltiplas (método de Bonferroni). Os resultados desta análise mostram que as vogais [i] e [e] ( $p<0,001$ ), [e] e [ɛ] ( $p<0,001$ ), [ɛ] e [a] ( $p<0,001$ ), [u] e [o] ( $p<0,001$ ), [o] e [ɔ] ( $p<0,001$ ), [ɔ] e [a] ( $p<0,001$ ) e ainda [i] e [u] ( $p<0,001$ ) são diferentes entre si, enquanto as vogais [e] e [o] ( $p=1,000$ ), [ɛ] e [ɔ] ( $p=1,000$ ) não revelam diferenças estatisticamente significativas, para um valor  $\alpha=0,05$ .

De acordo com a tabela 11, também a interacção entre os factores Vogal e Género é estatisticamente significativa para um valor de  $\alpha=0,05$ :  $F(3,017;78,453)=3,085$ ;  $p=0,032$ , assim como a interacção dos factores Idade e Género:  $\alpha=0,05$ :  $F(1;26)=8,533$ ;  $p=0,007$ .

No restante, não foram detectados outros factores estatisticamente significativos.

### 4.3 Segundo formante

Nas tabelas seguintes, estão sumariados os resultados descritivos relativos às médias e aos desvios-padrão geométricos de F2 (tabela 12). Os resultados inferenciais da análise da variabilidade de F2 em função da vogal, da idade, do género e da interacção entre estes factores são apresentados na tabela 13.

**Tabela 12 – Médias e desvios-padrão geométricos do segundo formante das vogais**

G	I	N	Média de F2 (Hz) ± Desvio Padrão							
			[a]	[e]	[ɛ]	[i]	[o]	[ɔ]	[u]	T
F	7	8	1893,2±1,2	3132,6±1,0	2958,0±1,1	3401,7±1,0	957,4±1,2	1119,4±1,1	804,3±1,4	1753,9 ±1,1
	10	8	1676,9±1,1	2872,8±1,1	2652,2±1,1	3101,7±1,0	1003,5±1,1	1109,4±1,1	913,3±1,2	1694,3±1,1
	T	16	1782,0±1,2	2999,9±1,1	2800,9±1,1	3248,6±1,1	980,2±1,2	1114,6±1,1	857,0±1,3	1725,8±1,1
M	7	7	1669,6±1,1	3010,9±1,1	2802,2±1,1	3315,9±1,1	867,0±1,1	1105,9±1,1	839,8±1,1	1678,8±1,1
	10	7	1494,9±1,1	2872,8±1,1	2591,2±1,1	3142,7±1,0	878,8±1,2	1053,7±1,1	848,2±1,1	1606,9±1,1
	T	14	1579,8±1,1	2941,0±1,1	2694,6±1,1	3228,5±1,1	872,8±1,1	1079,4±1,1	843,9±1,1	1640,6±1,1
T	7	15	1785,3±1,2	3074,7±1,1	2884,0±1,1	3362,0±1,1	914,1±1,2	1113,0±1,1	820,7±1,3	1717,9±1,1
	10	15	1589,3±1,1	2872,8±1,1	2623,6±1,1	3121,0±1,0	943,2±1,1	1083,2±1,1	882,3±1,2	1648,2±1,1
	T	30	1684,6±1,2	2972,4±1,1	2751,1±1,1	3238,9±1,1	928,5±1,2	1098,0±1,1	850,9±1,2	

Legenda: G – Género; F – Feminino; M – Masculino; I – Idade (anos); N – Número da amostra; T – Total.

**Tabela 13 - Análise da variação de F2 em função da vogal, do género, da idade e da interacção entre os factores anteriores**

Factores	F2			
	df1	df2	F	p-value
<i>Vogal</i>	2,939	76,426	775,138	0,000*
<i>Vogal*Género</i>	2,939	76,426	1,335	0,269
<i>Vogal*Idade</i>	2,939	76,426	2,645	0,056**
<i>Vogal*Género*Idade</i>	2,939	76,426	0,479	0,694
<i>Género</i>	1	26	4,735	0,039*
<i>Idade</i>	1	26	3,042	0,093**
<i>Género*Idade</i>	1	26	0,047	0,830

Notas: df - degrees of freedom (graus de liberdade);

\* - indica diferenças estatisticamente significativas para  $\alpha=0,05$ ;

\*\* - indica valores ligeiramente superiores a  $\alpha$ .

Os resultados da análise descritiva (tabela 12) indicam que o F2 diminui na seguinte proporção: vogal [i] ( $3238,9 \pm 1,1$ ); vogal [e] ( $2972,4 \pm 1,1$ ); vogal [ɛ] ( $2751,1 \pm 1,1$ ); vogal [a] ( $1684,6 \pm 1,2$ ); vogal [ɔ] ( $1098,0 \pm 1,1$ ); vogal [o] ( $928,5 \pm 1,2$ ); vogal [u] ( $850,9 \pm 1,2$ ). Os resultados da ANOVA revelaram diferenças significativas para pelo menos um dos níveis para um valor  $\alpha=0,05$ :  $F(2,939;76,426)=775,138$ ;  $p<0,001$ . As comparações múltiplas realizadas posteriormente mostraram que as vogais [i] e [e] ( $p<0,001$ ), [e] e [ɛ] ( $p<0,001$ ), [ɛ] e [a] ( $p<0,001$ ), [o] e [ɔ] ( $p<0,001$ ), [ɔ] e [a] ( $p<0,001$ ), [i] e [u] ( $p<0,001$ ), [e] e [o] ( $p<0,001$ ), [ɛ] e [ɔ] ( $p<0,001$ ) são diferentes entre si, enquanto as vogais [u] e [o] ( $p=0,110$ ) não revelam diferenças estatisticamente significativas, para um valor  $\alpha=0,05$ .

Considerando o factor género, o F2 das vogais produzidas pelos sujeitos do sexo feminino ( $1725,8 \pm 1,1$ ) revelou-se superior ao das vogais produzidas pelos informantes do sexo masculino ( $1640,6 \pm 1,1$ ), sendo que estes valores são significativamente diferentes para um valor  $\alpha=0,05$ :  $F(1;26)=4,735$ ;  $p=0,039$ .

No que respeita à idade, verificou-se que o valor médio de F2 é superior para o grupo dos 7 anos ( $1717,9 \pm 1,1$ ), quando comparado com o grupo de 10 anos ( $1648,2 \pm 1,1$ ). Embora estas diferenças não sejam estatisticamente significativas ( $F(1;26)=3,042$ ;  $p=0,093$ ), o valor de p é apenas ligeiramente superior ao valor de  $\alpha$  (0,05). O mesmo acontece em relação à interacção entre a Vogal e a Idade: para um valor de  $\alpha=0,05$ :  $F(2,939;76,426)=2,645$ ;  $p=0,056$ .

#### 4.4 Duração

À semelhança do exposto anteriormente, nesta secção, são apresentados os resultados descritivos (tabela 14) e inferenciais (tabela 15) relativos à duração.



**Tabela 14 – Médias e desvios-padrão geométricos da duração das vogais**

G	I	N	Média da duração (ms) ± Desvio Padrão							
			[a]	[e]	[ɛ]	[i]	[o]	[ɔ]	[u]	T
F	7	8	189,4±1,2	149,3±1,2	177,7±1,2	143,5±1,3	156,4±1,3	177,1±1,2	149,9±1,3	162,6±1,2
	10	8	138,6±1,1	124,3±1,1	134,9±1,1	102,2±1,2	124,9±1,2	131,9±1,2	102,4±1,2	121,9±1,2
	T	16	162,1±1,2	136,2±1,2	154,8±1,2	121,1±1,3	139,8±1,3	152,8±1,3	123,9±1,3	140,9±1,2
M	7	7	153,2±1,3	126,0±1,3	141,8±1,3	111,8±1,3	133,5±1,3	144,4±1,4	118,5±1,4	132,1±1,2
	10	7	123,4±1,2	109,6±1,1	117,4±1,1	90,7±1,2	103,2±1,2	120,5±1,2	96,7±1,2	108,1±1,2
	T	14	137,5±1,3	117,5±1,2	129,0±1,2	100,7±1,3	117,4±1,3	131,9±1,3	107,1±1,3	119,4±1,2
T	7	15	171,5±1,3	138,0±1,3	159,9±1,3	127,7±1,3	145,3±1,3	161,0±1,3	134,3±1,3	146,6±1,2
	10	15	131,3±1,2	117,2±1,1	126,4±1,1	96,7±1,2	114,3±1,2	126,4±1,2	99,7±1,2	114,8±1,2
	T	30	150,1±1,3	127,2±1,2	142,2±1,3	111,1±1,3	128,8±1,3	142,7±1,3	115,7±1,3	

Legenda: G – Género; F – Feminino; M – Masculino; I – Idade (anos); N – Número da amostra; T – Total.

**Tabela 15 - Análise da variação da duração em função da vogal, do género, da idade e da interacção entre os factores anteriores.**

Factores	Duração			
	df1	df2	F	p-value
Vogal	6	156	77,667	0,000*
Vogal*Género	6	156	0,444	0,849
Vogal*Idade	6	156	2,705	0,016*
Vogal*Género*Idade	6	156	1,715	0,121
Género	1	26	5,301	0,030*
Idade	1	26	11,694	0,002*
Género*Idade	1	26	0,383	0,542

Notas: df - degrees of freedom (graus de liberdade);

\* - indica diferenças estatisticamente significativas para  $\alpha=0,05$ .

A leitura dos resultados da tabela 14 permite estabelecer a seguinte ordem de progressão para os valores médios da duração das vogais: [a] (150,1±1,3) > [ɔ] (142,7±1,3) > [ɛ] (142,2±1,3) > [o] (128,8±1,3) > [e] (127,2±1,2) > [u] (115,7±1,3) > [i] (111,1±1,3). O valor médio da duração das vogais difere de forma estatisticamente significativa para pelo menos um dos níveis para um valor  $\alpha=0,05$ :  $F(6;156)=77,667$ ;  $p<0,001$  (tabela 15). Os resultados da análise *post hoc* mostram que as vogais [i] e [e] ( $p<0,001$ ), [e] e [ɛ] ( $p<0,001$ ), [ɛ] e [a] ( $p=0,015$ ), [u] e [o] ( $p<0,001$ ), [o] e [ɔ] ( $p<0,001$ ) e ainda [ɔ] e [a] ( $p=0,048$ ) são diferentes entre si, enquanto as vogais, [i] e [u] ( $p=1,000$ ), [e] e [o] ( $p=1,000$ ), [ɛ] e [ɔ] ( $p=1,000$ ) não revelam diferenças estatisticamente significativas, para um valor  $\alpha=0,05$ .

Relativamente ao género, os sujeitos do sexo feminino (140,9±1,2) apresentam valores superiores de duração, quando comparados com os do sexo masculino (119,4±1,2). Estes valores são diferentes de forma estatisticamente significativa para o mesmo  $\alpha$  ( $F(1;26)=5,301$ ;  $p=0,030$ ).

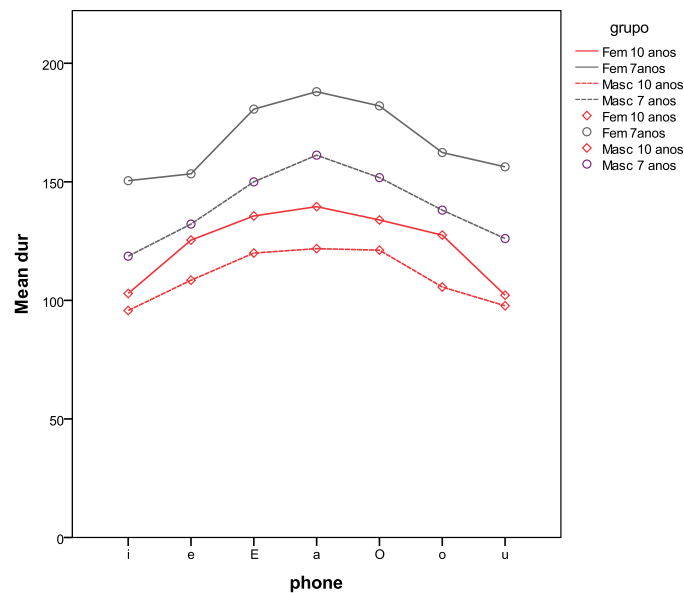
No que diz respeito à idade, o valor médio da duração é superior no grupo de 7 anos ( $146,6 \pm 1,2$ ), em comparação com o grupo de 10 anos ( $114,8 \pm 1,2$ ), sendo que estes valores diferem de forma estatisticamente significativa para um valor  $\alpha=0,05$ :  $F(1;26)=11,694$ ;  $p=0,002$ .

A interacção dos factores Vogal e Idade é estatisticamente significativa para um valor de  $\alpha=0,05$ :  $F(6;156)=2,705$ ;  $p=0,016$ .

As restantes interacções analisadas não se revelaram estatisticamente significativas.

Para uma melhor visualização dos resultados obtidos, o gráfico da figura 20 apresenta as médias da duração em função da vogal para cada grupo de informantes.

**Figura 20 - Média da duração em função da vogal para cada grupo de informantes**



## 5 Discussão

Nesta secção, são discutidos os resultados obtidos neste trabalho, comparando-os com os de estudos referidos na revisão da literatura. Tal como vem sendo feito anteriormente, esta secção encontra-se subdividida de acordo com os parâmetros acústicos estudados: frequência fundamental, formantes e duração.

### 5.1 *Frequência fundamental*

O presente estudo mostra variações estatisticamente significativas da frequência fundamental entre as vogais em estudo, tal como acontece no trabalho de Escudero et al. (2009) para a população adulta. Tendo por base a classificação articulatória de Mateus et al. (2005), pode verificar-se que as diferenças significativas surgem entre as vogais altas e as vogais médias ([i] ≠ [e]; [u] ≠ [o]) e entre estas últimas e as baixas ([e] ≠ [ɛ]; [o] ≠ [ɔ]). Também existe uma diferença significativa entre a vogal central [a] e a vogal posterior [ɔ], no entanto, nos restantes casos, a F0 não permite a distinção entre vogais anteriores, centrais e posteriores. Assim sendo, é possível concluir que F0 varia significativamente em função da altura da vogal, sendo essa variação positiva, i.e. quanto mais alta a vogal, mais elevado o valor de F0. Estes resultados são concordantes com os dados da bibliografia revista, tanto no que se refere a dados do PE (COSTA, 2004, ESCUDERO et al., 2009), como no que diz respeito a outras línguas (KENT et al., 2002, WHALEN et al., 1995). Assim sendo, a existência F0 intrínseca, transversal ao género e à idade, é suportada pelos resultados do presente estudo.

A variação de F0 de acordo com a idade mostrou tendências opostas no grupo feminino e no grupo masculino. O valor médio de F0 das várias vogais é superior nas meninas de 10 anos relativamente às de 7 anos, enquanto nos meninos o valor é superior nos de 7 anos quando comparados com os de 10 anos. Em termos estatísticos não foram encontradas diferenças significativas nos valores de F0 tendo em conta o factor Idade. Este resultado pode dever-se, em parte, à proximidade das idades em estudo. A revisão da literatura revela um consenso relativamente ao facto de F0 diminuir com o aumento da idade, ao longo da infância até à idade adulta (BENNETT, 1981, BRAGA et al., 2009, BUSBY et al., 1995, JANDA, 2009, MOST et al., 2000, VIEGAS et al., 2010, WHITESIDE et al., 1999), tal como se verificou nos sujeitos do sexo masculino do presente estudo. Também Hasek et al. (1980) encontrou diferenças de variação de acordo com a idade, entre sujeitos do sexo feminino e do sexo masculino, verificando que a frequência fundamental diminui de forma significativa entre os 5 e os 10 anos, apenas nas vozes dos falantes do sexo masculino.

O valor médio de F0 não varia de forma significativa de acordo com o género, contrariamente ao que se verifica com a população adulta falante do PE (ESCUDERO et al., 2009). Este resultado pode estar relacionado com o facto de a diferenciação de tamanho do tracto vocal dos rapazes e das raparigas só se tornar notória mais tarde, na puberdade (PERRY et al., 2001). À semelhança do presente estudo, outros autores não encontraram uma variação de F0 entre géneros, durante a infância (BUSBY et al., 1995, MOST et al., 2000, SORENSON, 1989, VIEGAS et al., 2010, WHITESIDE et al.,

1999), sendo que alguns sugerem o aparecimento de diferenças apenas na adolescência (LEE et al., 1999, PERRY et al., 2001). Contrariamente, outros estudos revelam diferenças desde idades precoces (BRAGA et al., 2009, HASEK et al., 1980, NICOLLAS et al., 2008, SCHOTT et al., 2009).

A interacção entre os factores Idade e Género mostrou-se estatisticamente significativa. Este facto pode estar relacionado com a divergência de variação entre géneros e entre idades, referida anteriormente.

## **5.2 Formantes**

No presente estudo, os valores que melhor permitiram a distinção das vogais entre si foram os valores de F2 e, seguidamente, os de F1. A combinação dos dados de F1 e F2 permitem uma correcta distinção entre todas as vogais. Estes resultados vão ao encontro dos de Martins (1973), que concluiu que as medidas de F1 e F2 constituem a referência da definição acústica das vogais tónicas do PE. É relativamente consensual a importância de F1 e F2 para a identificação da vogal (DELATTRE et al., 1952, HILLENBRAND et al., 1995, KENT et al., 2002, LADEFOGED, 2003, MARTINS, 1973, PETERSON et al., 1952). No entanto, Hillenbrand et al. (2009) concluíram que F0 tem um papel mais importante na distinção das vogais do que os valores dos formantes.

### **5.2.1 Primeiro formante**

As vogais [a], [ɛ] e [ɔ], ou seja, as vogais baixas, têm os valores mais altos de F1, sobretudo a primeira, enquanto os valores mais reduzidos correspondem às vogais altas [i] e [u], tal como se verificou no estudo com a população adulta (ESCUDERO et al., 2009). Estes resultados são também concordantes com os dados de Martins (1973) para o PE, que mostram que F1 aumenta com o abaixamento do dorso da língua. Também Essner (1947) e Joos (1948) (citados por HARRINGTON et al., 1999) mostraram uma correlação negativa de F1 com a altura da língua, ou seja, tal como refere Ladefoged (2003), o valor de F1 está relacionado com a altura da vogal.

Tal como foi evidenciado no estudo de Escudero et al. (2009) referente à população adulta, também para a amostra infantil o valor de F1 varia significativamente sob efeito da vogal. A variação dos valores assumidos pelo primeiro formante permite distinguir significativamente entre as vogais altas e médias ([i] ≠ [e]; [u] ≠ [o]) e entre as vogais médias e baixas ([e] ≠ [ɛ]; [o] ≠ [ɔ]). Permite, ainda, a distinção entre a vogal anterior [ɛ] e a central [a], entre esta última e a posterior [ɔ] e entre a vogal anterior [i] e a posterior [u]. Verifica-se, assim, que F1 tem um papel importante na distinção entre as vogais, tal como foi referido por Rauber (2008).

Nos indivíduos do sexo masculino, os valores de F1 são superiores nos de 7 anos, enquanto nos do sexo feminino a propensão é inversa, sendo os valores de F1 tendencialmente superiores nos de 10 anos. No entanto, as diferenças encontradas não são estatisticamente significativas. Na bibliografia revista, diversos autores referem a diminuição dos valores do primeiro formante com o aumento da idade (BUSBY et al., 1995, JANDA, 2009, VORPERIAN et al., 2007), tal como acontece nos indivíduos do sexo masculino do presente estudo.

Em relação ao género, verifica-se que, nos sujeitos de 7 anos, F1 é tendencialmente superior nos do sexo masculino e, contrariamente, nos sujeitos de 10 anos, os valores de F1 são superiores nos do sexo feminino. Estas diferenças também não se apresentam como estatisticamente significativas. A maioria dos autores refere que as frequências dos formantes permitem a distinção entre géneros, a partir de determinadas idades (BUSBY et al., 1995, MOST et al., 2000, VORPERIAN et al., 2007, WHITESIDE et al., 1999), sendo que em vários casos estas diferenças são notórias desde idades inferiores às do presente estudo (ANDRADE, 2009, PERRY et al., 2001). É consensual que os indivíduos do sexo feminino apresentam valores de F1 superiores aos do masculino (ANDRADE, 2009, ESCUDERO et al., 2009, MOST et al., 2000, PERRY et al., 2001, VORPERIAN et al., 2007) tal como se verificou nos sujeitos de 10 anos e contrariamente aos resultados dos de 7 anos, do presente estudo.

A interacção entre idade e género é significativa, à semelhança do que acontece com os valores de F0, estando esta possivelmente relacionada com a variação inversa dos valores de F1 apresentada anteriormente, tanto de acordo com a idade, como no que se refere ao género.

### 5.2.2 Segundo formante

As vogais [e], [ɛ] e [i], ou seja, as vogais anteriores são as que apresentam os valores mais elevados de F2, enquanto as vogais posteriores [o], [ɔ] e [u] apresentam os valores mais baixos. Ou seja, tal como referiram Essner (1947) e Joos (1948) (citados por HARRINGTON et al., 1999) existe uma correlação negativa de F2 com o recuo da língua. Isto significa que o segundo formante está associado ao movimento horizontal da língua (LADEFOGED, 2003). Os resultados do presente estudo vão, também, ao encontro daqueles obtidos no estudo de Martins (1973) para o PE, que referem que o valor de F2 é mais elevado com a anteriorização do dorso da língua.

Os valores de F2 permitem distinguir as vogais de forma significativa, tal como se verificou para a população adulta (ESCUDERO et al., 2009). Diferenciam-se significativamente as vogais anteriores e posteriores ([i] ≠ [u]; [e] ≠ [o]; [ɛ] ≠ [ɔ]), a anterior [ɛ] e a central [a] e esta e a posterior [ɔ]. Os valores do segundo formante permitem ainda a distinção das vogais em altura, entre altas e médias e entre médias e baixas, com excepção do [u] e do [o] que não são estatisticamente diferentes entre si. Conclui-se, assim, que F2 é o parâmetro acústico que melhor permite distinguir as vogais entre si, contrariamente ao referido por Rauber (2008) que concluiu que F1 é o que melhor permite esta diferenciação.

Os sujeitos do sexo feminino apresentam, na sua maioria, valores de F2 superiores aos do sexo masculino de idades correspondentes. Estas diferenças de acordo com o género são significativas. Estes resultados foram também encontrados por diversos autores consultados, tanto para a população adulta falante do PE (ESCUDERO et al., 2009), como para a população infantil (ANDRADE, 2009, BUSBY et al., 1995, MOST et al., 2000, PERRY et al., 2001, VORPERIAN et al., 2007, WHITESIDE et al., 1999).

Tendo em conta a idade, verifica-se que os valores de F2 são tendencialmente superiores nos indivíduos de 7 anos comparativamente com os de 10 anos, embora as diferenças não sejam estatisticamente significativas. Estes resultados estão em concordância com os da bibliografia analisada (BUSBY et al., 1995, JANDA, 2009, VORPERIAN et al., 2007).

### 5.3 *Duração*

A duração é superior nas vogais baixas [a], [ɔ] e [ɛ] e inferior nas vogais altas [u] e [i], tal como se verifica para a população adulta (ESCUDERO et al., 2009).

A variação dos valores da duração permite a distinção de forma significativa entre as vogais altas e médias ([i] ≠ [e]; [u] ≠ [o]) e entre estas e as vogais baixas ([e] ≠ [ɛ]; [o] ≠ [ɔ]). Permite, ainda, a distinção entre a vogal anterior [ɛ] e a vogal central [a] e entre esta e a vogal posterior [ɔ], não possibilitando outras distinções de acordo com a anterioridade da vogal. Ou seja, a duração possibilita a distinção das vogais de acordo com a altura, tal como é referido por vários autores (ESCUDERO et al., 2009, FOURAKIS et al., 1999, MARTINS, 1973, RAUBER, 2008). Estes resultados estão também em linha com os obtidos por Costa (2004) no seu estudo com vogais tónicas do PE, que conclui que as vogais sofrem variações intrínsecas, variações essas que não se verificam apenas no PE, mas também em diversas línguas (WHALEN et al., 1995).

Os valores médios de duração são superiores nos indivíduos de 7 anos comparativamente com os de 10 anos, de ambos os sexos, sendo a diferença estatisticamente significativa. Este resultado pode ter sido influenciado pelo tipo de metodologia utilizado, uma vez que as crianças mais novas, encontrando-se a frequentar o primeiro ano do Ensino Básico, manifestaram uma menor fluência na leitura das frases, o que influencia o tempo de duração das vogais produzidas. Ainda assim, Lee et al. (1999), num estudo com população infantil, chegou a conclusões semelhantes sobre o efeito significativo da idade na duração das vogais.

Os sujeitos do sexo feminino apresentaram valores de duração das vogais significativamente superiores aos do sexo masculino, quando comparados por idades. Escudero et al. (2009) também verificaram a existência de valores de duração superiores nas vogais produzidas por mulheres, à semelhança de Botinis et al. (2001). Contrariamente, Rauber (2008) não encontra diferenças significativas na duração das vogais de acordo com o género. Ainda a propósito das variações de duração em função do género, Ericsson e Ericsson (2001) concluíram que as mulheres utilizam melhor os contrastes na duração das vogais do que os homens, sendo que estas produzem vogais mais curtas ou semelhantes às dos homens em posições átonas e vogais mais longas em posições tónicas.

A interacção dos factores Vogal e Idade é estatisticamente significativa, o que mais uma vez pode ter sido influenciado pelas dificuldades de leitura dos sujeitos mais novos.

## 6 Conclusão

Este estudo pretendeu dar um contributo para o aprofundamento dos conhecimentos sobre as características acústicas das vogais do PE, nomeadamente das vogais produzidas por crianças dos 7 aos 10 anos de idade.

Uma das conclusões a retirar é que os parâmetros acústicos analisados sofrem variações significativas em função da **vogal**, permitindo a distinção entre as mesmas. Os que melhor permitem estabelecer essa diferenciação são os dois primeiros formantes. O primeiro formante varia inversamente com o movimento vertical da língua. Por sua vez, o segundo formante varia positivamente com a anteriorização do dorso da língua e permite, também, distinguir a maioria das vogais de acordo com a altura.

A frequência fundamental também varia significativamente em função da altura da vogal, sendo essa variação positiva. Finalmente, a duração varia inversamente com a altura da vogal.

Estes dados vêm confirmar uma tendência já verificada para a população adulta, tanto para o português, como para outras línguas.

Por sua vez, o **género** dos sujeitos implicou variações significativas no F2, sendo os valores deste parâmetro superiores no sexo feminino. Do mesmo modo, a duração das vogais revelou alterações significativas com o género, sendo também superior nos indivíduos do sexo feminino.

Contrariamente ao verificado para a população adulta, os outros dois parâmetros (F0 e F1) não variaram em função do género dos sujeitos. Uma das hipóteses é que as diferenças anatómicas entre as crianças da faixa etária considerada não sejam ainda suficientemente marcadas para se traduzirem em diferenças estatisticamente significativas de F0 e F1. De qualquer forma, nas crianças de 10 anos, a tendência para valores médios superiores no género feminino é já visível, sendo, provavelmente, a ausência de significância estatística determinada pela tendência oposta nos dois grupos etários, como se poderá concluir pela interacção estatística entre idade e género.

Finalmente, a **idade** reflectiu-se apenas na duração das vogais, sendo os seus valores superiores nos sujeitos de 7 anos. Também a interacção entre vogal e idade se revelou significativa para a variação da duração. Estes resultados podem ter sido condicionados pelo facto de os indivíduos mais novos da amostra se encontrarem no primeiro ano de escolaridade, o que pode influenciar a sua rapidez de leitura.

O presente estudo permitiu, assim: 1) a caracterização acústica das vogais orais do PE produzidas por crianças; 2) a comparação entre os quatro grupos de informantes, com idades e géneros distintos; 3) a comparação dos resultados obtidos para as crianças com os dados da população adulta falante do PE; 4) o confronto com outros trabalhos de índole acústica dedicados à população infantil falante de outras línguas.

Na impossibilidade de se constituir um grupo de controlo composto por indivíduos adultos, optou-se por uma metodologia em tudo semelhante à de Escudero et al. (2009), tendo em vista a comparação entre os dois estudos. Considerando as competências de leitura dos sujeitos da amostra (sobretudo dos que frequentavam o

primeiro ano de escolaridade), a utilização de um *corpus* composto por pseudo-palavras dificultou a recolha de dados e pode ter condicionado os resultados da duração das vogais.

Uma outra limitação desta dissertação é a dimensão da amostra, uma vez que esta reduz a possibilidade de generalização dos resultados obtidos.

Para além disso, a proximidade das idades da amostra pode ter funcionado como um impedimento à observação de diferenças entre faixas etárias.

A utilização de uma metodologia quantitativa constitui-se como uma mais-valia, uma vez que permite a utilização dos resultados obtidos na criação de uma base de dados para o PE, bem como possibilita a fácil replicação do estudo.

Considerando a importância de uma adequada e completa caracterização da produção das vogais, para o estabelecimento da norma portuguesa, compreende-se a sua importância no trabalho do terapeuta da fala. Estas informações permitem uma melhor avaliação e intervenção em situações de desvio dessa mesma norma. Neste sentido, seria importante a continuação deste trabalho, utilizando amostras de outras idades e de outros pontos do país, contribuindo para um alargamento do conhecimento sobre a população portuguesa. A replicação do estudo com sujeitos portadores de patologia vocal, auditiva e/ou articulatória também poderia constituir um contributo para o trabalho dos terapeutas da fala.





## 7 Bibliografia

ANDRADE, F. V. - Análise de parâmetros espectrais da voz em crianças saudáveis de 4 a 8 anos. Rio de Janeiro: Universidade Veiga de Almeida, 2009. 72 f.

BARROSO, H.- Forma e Substância da Expressão da Língua Portuguesa. Coimbra: Almedina, 1999.

BENNETT, S. - Vowel formant frequency characteristics of preadolescent males and females. Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 69, n.º 1 (1981), p. 231-238.

BOERSMA, P.; WEENINK, D.- Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. version 5.1.43, retrieved 2 November 2010 from <http://www.praat.org/>. University of Amsterdam, 2010.

BORDEN, J. G.; HARRIS, K. S.; RAPHAEL, L. J.- Speech Science Primer - Physiology, Acoustics and Perception of Speech. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

BOTINIS, A. [et al.] - Greek vowel durations and prosodic interations. Glossologia. Vol. 13 (2001), p. 101-123.

BRAGA, J. N.; OLIVEIRA, D. S. F.; SAMPAIO, T. M. M. - Frequência fundamental da voz de crianças. CEFAC. Vol. 11, n.º 1 (2009), p. 119-126.

BUSBY, P. A.; PLANT, G. L. - Formant frequency values of vowels of vowels produced by preadolescent boys and girls. Acoustical Society of America. Vol. 97, n.º 4 (1995), p. 2603-2606.

CAPPELLARI, V.; CIELO, C. - Características vocais acústicas de crianças pré-escolares. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia. Vol. 74, n.º 2 (2008), p. 265-272.

COSTA, F.- Intrinsic prosodic properties of stressed vowels in European Portuguese: Speech Prosody. Nara, Japan, 2004.

CRUZ-FERREIRA, M. - European Portuguese. Illustrations of the IPA. Journal of the InterInternational Phonetic Association. Vol. 25, n.º 2 (1995), p. 90-94.

CUNHA, C.; LINDLEY, C.- Nova Gramática do Português Contemporâneo. Lisboa: Edições João Sá da Costa 1992.

DELATTRE, P. [et al.] - An experimental study of the acoustic determinants of vowel color: observations on one- and two-formant vowels synthesised from spectrographic patterns. Word. Vol. 8 (1952), p. 195-210.

DUARTE, I.- Língua Portuguesa - Instrumentos de Análise. Lisboa: Universidade Aberta, 2000.

EMILIANO, A.- Fonética do Português Europeu: Descrição e Transcrição. Lisboa: Guimarães Editores, 2009.

ERICSDOTTER, C.; ERICSSON, A. M. - Gender differences in vowel duration in read Swedish: preliminary results. Working Papers. Vol. 49 (2001), p. xx-xx.

ESCUDERO, P. [et al.] - A cross-dialect acoustic description of vowels: Brazilian and European Portuguese. The Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 126, n.º 3 (2009), p. 1379-1393.

FANT, G.- Acoustic Theory of Speech Production. Gravenhage: Mouton, 1960.

FITCH, W. T.; GIEDD, J. - Morphology and development of the human vocal tract: a study using magnetic resonance imaging. Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 106, n.º 3 (1999), p. 1511-1522.

FOURAKIS, M.; BOTINIS, A.; KATSAITI, M. - Acoustic characteristics of Greek Vowels. Phonetica. Vol. 56 (1999), p. 28-43.

FREEMAN, M.; FAWCUS, M.- Distúrbios da Voz e seu Tratamento. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2004.

FROMKIN, V.; RODMAN, R. - Introdução à Linguagem. Coimbra: Livraria Almedina, 1993.

GUIMARÃES, I.; CRUZ, M. C.- Manual Voz - Intervenção: Voz - Intervenção. Físio Praxis 1995.

HARRINGTON, J.; CASSIDY, S.- Techniques in Speech Acoustics. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

HASEK, C. S.; SINGH, S.; MURRY, T. - Acoustic attributes of preadolescent voices. Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 68, n.º 5 (1980), p. 1262-1265.

HILLENBRAND, J.; CLARK, M. - The role of f0 and formant frequencies in distinguishing the voices of men and women. Attention, Perception & Psychophysics. Vol. 71, n.º 5 (2009), p. 1150-1166.

HILLENBRAND, J.; GAYVERT, R. T. - Vowel classification based on fundamental frequency and formant frequencies Journal of Speech and Hearing Research. Vol. 36 (1993), p. 694-700.

HILLENBRAND, J. [et al.] - Acoustical characteristics of American English vowels. Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 97 (1995), p. 3099-3111.

HUCHE, F.; ALLALI, A.- A Voz: Anatomia e Fisiologia dos Órgãos da Voz e da Fala São Paulo: Artmed Editora, 2005.

HUCKVALE, MARK- Speech Prompt & Record System (ProRec). version 1.2 retrieved 2 November from <http://www.phon.ucl.ac.uk/resource/prorec/>. University College London, 2009.

JANDA, J. - Age dependence of children's speech parameters. Acta Polytechnica. Vol. 49, n.º 2-3 (2009), p. 40-43.

KENT, R.; READ, C.- The Acoustic Analysis of Speech. Canada: Singular, 2002.

LADEFOGED, P- Phonetic data analysis. Oxford: Blackwell Publishing, 2003.

LADEFOGED, P- Vowels and Consonants. Oxford: Blackwell Publishing, 2001.

LAITMAN, J. T.; CRELIN, E. S.; CONLOGUE, G. J. - The function of the epiglottis in monkey and man. Yale Journal of Biology and Medicine. Vol. 50 (1977), p. 43-48.

LEE, S.; POTAMIANOS, A.; NARAYANAN, S. - Acoustics of children's speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 105, n.º 3 (1999), p. 1455-1468.

LIEBERMAN, P.- The biology and evolution of language. Cambridge: Harvard University Press, 1984.

MARTINS, M. R. D. - Análise acústica das vogais tónicas em português. Boletim de Filologia. Vol. tomo XXII (1973), p. 303-314.

MARTINS, M. R. D.- Ouvir Falar. Introdução à Fonética do Português. Lisboa: Caminho, 1988.

MATEUS, M. H. M. [et al.]- Fonética, Fonologia e Morfologia do Português. Lisboa: Universidade Aberta, 1990.

MATEUS, M. H. M. [et al.]- Gramática da Língua Portuguesa. Lisboa: Editorial Caminho, 2003.

MATEUS, M. H. M.; FALÉ, I.; FREITAS, M. J.- Fonética e Fonologia do Português. Lisboa: Universidade Aberta, 2005.

MOST, T.; AMIR, O.; TOBIN, Y. - The Hebrew vowel system: raw and normalized acoustic data. Language and Speech. Vol. 43, n.º 3 (2000), p. 295-308.

MOUTINHO, L. C.- Uma Introdução ao Estudo da Fonética e Fonologia do Português. Lisboa: Plátano Editora 2000.

NICOLLAS, R. [et al.] - Normal voice in children between 6 and 12 years of age: database and nonlinear analysis. Journal of Voice. Vol. 22, n.º 6 (2008), p. 671-675.

OLIVEIRA, C. A. M. - Do Grafema ao Gesto. Contributos Linguísticos para um Sistema de Síntese de Base Articulatória. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2009. 319 f.

PERRY, T. L.; OHDE, R. N.; ASHMEAD, D. H. - The acoustic bases for gender identification from children's voices. Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 109, n.º 6 (2001), p. 2988-2998.

PETERSON, G.E.; BARNEY, H.L. - Control methods used in a study of the vowels. Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 24 (1952), p. 175-184.

RAUBER, A. S. - An acoustic description of Brazilian Portuguese oral vowels. Diacrítica, Ciências da Linguagem. Vol. 22, n.º 1 (2008), p. 229-238.

SADER, R. C. M.; HANAYAMA, E. M. - Considerações teóricas sobre a abordagem acústica da voz infantil. CEFAC. Vol. 6, n.º 3 (2004), p. 312-318.

SCHOTT, T.; SAMPAIO, M.; OLIVEIRA, D. - Frequência fundamental de crianças da cidade de Niterói. Revista CEFAC. Vol. 11, n.º 2 (2009), p. 290-295.

SORENSEN, D. - A fundamental frequency investigation of children ages 6-10 years old. Journal of Communication Disorders. Vol. 22, n.º 2 (1989), p. 115-123.

SPSS 19.0 - SPSS Inc., Chicago, IL, USA.

STRANGE, W. - Information for vowels in formant transitions. Journal of Memory and Language. Vol. 26 (1987), p. 550-557.

SULTER, A. M. [et al.] - On the relation between the dimensions and resonance characteristics of the vocal tract: a study with MRI. Magnetic Resonance Imaging. Vol. 10, n.º 3 (1992), p. 365-373.

VAN SON, R.J.J.H.; POLS, L.C.W. - Formant frequencies of Dutch vowels in a text, read at normal and fast rate. Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 88 (1990), p. 1683-1693.

VELOSO, J.- Na Ponta da Língua - Exercícios de Fonética do Português. Porto: Granito Editores e Livreiros 1999.

VIEGAS, F. [et al.] - Frequência fundamental das 7 vogais orais do português em vozes de crianças. Revista CEFAC. Vol. 12, n.º 4 (2010), p. 563-570.

VORPERIAN, H. K.; KENT, R. D. - Vowel acoustic space development in children: a synthesis of acoustic and anatomic data. Journal of Speech, Language and Hearing Research. Vol. 50 (2007), p. 1510-1545.

WHALEN, D. H.; LEVITT, A. G. - The universality of intrinsic F0 of vowels. Journal of Phonetics. Vol. 23 (1995), p. 349-366.

WHITESIDE, S. P.; HODGSON, C. - Acoustic characteristics in 6- 10- year- old children's voices: some preliminary findings. Logopedics Phoniatrics Vocology. Vol. 24, n.º 1 (1999), p. 6-13.

## Anexo I – Autorização da Directora do Agrupamento de Escolas de Esgueira



Esgueira, 02 de Março de 2010

Ex. <sup>ma</sup> Senhora Directora do Agrupamento de Escolas de Esgueira,

Eu, Maria Manuel Matias de Oliveira e Cunha, a exercer funções na qualidade de Terapeuta da Fala neste Agrupamento de Escolas, encontro-me a frequentar o Mestrado em Ciências da Fala e da Audição na Universidade de Aveiro. No âmbito da realização da Dissertação de Mestrado, sob orientação da Dr.ª Catarina Oliveira, Professora da mesma Universidade, venho solicitar a colaboração de V.ª Excelência.

O tema desta dissertação prende-se com a análise acústica de vogais orais produzidas por crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 10 anos. Para tal, terá de se constituir uma amostra de, aproximadamente, 18 crianças do Ensino Básico, que serão divididas em grupos de acordo com a idade e o género. Os alunos que constituirão a amostra devem pertencer à mesma escola, à mesma área de residência desde o nascimento, ter o português europeu como língua materna, ser saudáveis e não apresentar problemas auditivos, articulatórios e de linguagem. Para se proceder à análise de parâmetros acústicos das vogais orais, mais concretamente frequência fundamental, duração e formantes, serão feitas gravações de palavras isoladas produzidas pelas crianças, das quais será analisada somente a vogal tónica. As gravações serão utilizadas apenas para a realização desta investigação científica e não serão acompanhadas dos dados pessoais do aluno, exceptuando a idade e o sexo.

Este trabalho poderá contribuir para um melhor conhecimento das características acústicas da voz infantil, permitindo, à semelhança do que acontece noutros países, obter dados sobre as variações dos parâmetros acústicos ao longo do desenvolvimento do aparelho fonador. Esta informação poderá ser relevante para se conseguir detectar desvios relativos à norma, bem como para adequar a avaliação e o trabalho terapêutico a realizar, quando se evidenciem esses mesmos desvios.

Solicito a V.ª Ex.ª autorização para contactar os Encarregados de Educação de alguns alunos do Agrupamento, a fim de constituir a amostra, bem como para realizar as gravações no espaço da Escola Básica de Esgueira.

Desde já agradeço a colaboração e a atenção disponibilizadas.

Com os melhores cumprimentos,

*Ana Paula Soares*  
A Directora  
2010/03/03

Maria Manuel Cunha

## **Anexo II – Pedido de Autorização Enviado aos Encarregados de Educação**

### **Agrupamento de Escolas de Esgueira**

**Ano lectivo 2009/2010**

Ex.<sup>mo(a)</sup> Senhor(a) Encarregado(a) de Educação,

Eu, Maria Manuel Matias de Oliveira e Cunha, a exercer funções na qualidade de Terapeuta da Fala neste Agrupamento de Escolas, encontro-me a frequentar o Mestrado em Ciências da Fala e da Audição na Universidade de Aveiro. No âmbito da realização da Dissertação de Mestrado, sob orientação da Dr.<sup>a</sup> Catarina Oliveira, Professora da mesma Universidade, venho solicitar a colaboração de V.<sup>a</sup> Excelência.

O tema desta dissertação prende-se com a análise acústica de vogais orais produzidas por crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 10 anos. Para tal, terá de se constituir uma amostra de crianças do Ensino Básico, que serão divididas em grupos de acordo com a idade e o género. Os alunos que constituirão a amostra devem pertencer à mesma escola, residir no concelho de Aveiro desde o nascimento e ter o português europeu como língua materna, assim como os seus pais. Para se proceder à análise de parâmetros acústicos das vogais orais, mais concretamente frequência fundamental, duração e formantes, serão feitas gravações de palavras produzidas pelas crianças.

Este trabalho poderá contribuir para um melhor conhecimento das características acústicas da voz infantil, permitindo, à semelhança do que acontece noutros países, obter dados sobre as variações dos parâmetros acústicos ao longo do desenvolvimento do aparelho fonador. Esta informação poderá ser relevante para se conseguir detectar desvios relativos à norma, bem como para adequar a avaliação e o trabalho terapêutico a realizar, quando se evidenciem esses mesmos desvios.

Solicito a V.<sup>a</sup> Ex.<sup>a</sup> autorização para realizar, com o seu Educando, uma gravação de voz que será composta por palavras, das quais será analisada apenas a vogal tónica. A gravação será feita na Escola Básica de Esgueira, conforme autorizado pela Senhora Directora do Agrupamento. Mais informo que a gravação será utilizada apenas para a realização desta investigação científica e não será acompanhada dos dados pessoais do aluno, exceptuando a idade e o sexo.

Desde já agradeço a colaboração e a atenção disponibilizadas.

**Agrupamento de Escolas de Esgueira**

**Ano lectivo 2009/2010**

**Autorização**

Eu, \_\_\_\_\_,  
Encarregado de Educação do aluno \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, da turma \_\_\_\_\_, do \_\_\_\_ ano, autorizo o meu  
educando a participar na realização de uma gravação de voz, que terá lugar na Escola  
Básica de Esgueira, para a Dissertação de Mestrado a realizar pela Terapeuta da Fala  
Maria Manuel Cunha, no âmbito do Mestrado em Ciências da Fala e da Audição da  
Universidade de Aveiro.

Esgueira, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010

O Encarregado de Educação,

\_\_\_\_\_